



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA  
**Dipartimento di Ingegneria Industriale DII**

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Energetica

Analisi del fabbisogno energetico di una cantina  
e di possibili soluzioni per il recupero  
energetico di sarmenti di vite

Relatore: Anna Stoppato

Correlatore: Alberto Benato

Laureando: Jacopo Marena

mat. 1110304

Anno Accademico 2016/2017



# Abstract

In uno scenario dove l'incremento della temperatura terrestre e le relative conseguenze sul clima sono diventate problematiche importanti per la società, l'unica via percorribile è la ricerca di sistemi per la produzione di energia pulita. Questa tesi si inserisce nel contesto di diversi studi che trattano i sarmenti di vite, la biomassa legnosa derivata dalla potatura invernale della vite, come combustibile e non come, tradizionalmente, un rifiuto. In particolare, in questo lavoro vengono analizzati i consumi di diverse cantine presenti nel territorio della provincia di Padova e vengono proposte alcune soluzioni per il soddisfacimento di parte di questi consumi con la produzione di energia attraverso un sistema ORC alimentato dalla combustione dei sarmenti in una caldaia. Il fine ultimo è quello di ridurre la quota di energia elettrica assorbita dalla rete, in quanto non sono disponibili dati precisi legati al consumo di energia termica (sia caldo che freddo) e cercare, al contempo, di limitare le emissioni inquinanti, riducendo la distanza dal punto di produzione dei sarmenti e quello di utilizzo.

Si è concentrata l'indagine su tre cantine differenti, aventi però alcune caratteristiche simili: per la prima cantina, caratterizzata da elevati consumi e un fondo esteso, l'uso dei sarmenti è oltremodo conveniente; la seconda, dai consumi simili ma dal fondo più limitato, presenta difficoltà di approvvigionamento del combustibile; infine, la terza, caratterizzata da consumi limitati ma da un fondo di estensione intermedia ai precedenti, presenta una sconvenienza in termini economici, sebbene la produzione di sarmenti sia elevata. Non si sono considerati i rapporti tra le cantine che potrebbero aprire a soluzioni ancora differenti.

Dallo studio è emerso che, nonostante si necessiti di analisi approfondite circa la reale produttività del vigneto e la ricerca di sistemi quanto più efficienti, lo sfruttamento energetico dei sarmenti può essere fattibile, economicamente vantaggioso e sostenibile. Una tecnologia da tener conto considerando i 73457 ettari di vitigni in Veneto e i 675818 in Italia, da dove provengono alcuni dei migliori vini al mondo.

# Sommario

Introduzione .....	1
1.1. Il panorama energetico internazionale.....	2
1.2. Biomasse come fonte energetica .....	3
1.3. Cantine.....	6
1.3.1. Cantina Colli Euganei .....	6
1.3.2. Conselve Vigneti e Cantine.....	7
1.3.3. Cantina Sociale di Cona e Cavarzere .....	8
L'azienda vinicola.....	9
2.1. Vite e Viticoltura .....	9
2.2. Coltivazione della vite .....	12
2.2.1. Potatura.....	13
2.2.2. Forme di allevamento.....	15
2.2.3. Concimazione e irrigazione.....	17
2.3. Enologia: Vendemmia e trasporto .....	19
2.4. Procedura di produzione di Vini Bianchi .....	20
2.4.1. Vino Rosato.....	20
2.4.2. Vino Moscato .....	21
2.5. Procedura di produzione di Vini Rossi.....	21
2.6. Procedura di produzione di Vini Spumanti e Frizzanti .....	22
2.7. Procedura di produzione di Vino Novello .....	23
2.8. Imbottigliamento .....	23
2.9. Sarmenti di vite.....	24
Quadro normativo .....	27
3.1. Evoluzione delle politiche europee e nazionali .....	27
3.1.1. La DIR 2009/28/CE .....	29

3.2. Normativa ambientale.....	31
3.3. Realizzazione degli impianti .....	34
3.4. Iter di connessione alla rete e cessione dell'energia.....	35
3.5. Regimi di sostegno .....	37
3.6. Energie e impianti attualmente incentivati .....	39
Sarmenti, valorizzazione e produzione di energia .....	43
4.1. Produzione di energia termica mediante combustione .....	43
4.2. La caldaia.....	49
4.3. La cogenerazione.....	52
4.3.1. Organic Rankine Cycle .....	54
4.4. La Trigenerazione.....	57
Analisi delle Cantine e del loro fabbisogno .....	59
5.1. Conselve vigneti e cantine.....	60
5.2. Cantina Colli Euganei.....	61
5.3. Cantina Sociale di Cona e Cavarzere .....	62
5.4. Prima analisi dei consumi elettrici.....	64
5.5. Fabbisogno elettrico della cantina di Conselve e possibili soluzioni ORC.....	70
5.5.1. Sistema ORC e caldaia a biomassa. ....	87
5.6. Fabbisogno elettrico della cantina di Vo e possibili soluzioni ORC.....	94
5.6.1. Sistema ORC e caldaia a biomassa. ....	103
5.7. Fabbisogno elettrico della cantina di Cona e Cavarzere e possibili soluzioni ORC	106
5.7.1. Sistema ORC e caldaia a biomassa. ....	115
5.8. Fabbisogno termico della cantina e possibili soluzioni ORC.....	116
Analisi economica e di impatto ambientale.....	119
6.1. Conselve vigneti e cantine.....	119
6.2. Cantina Colli Euganei.....	122
6.3. Cantina Sociale di Cona e Cavarzere .....	122

Conclusioni .....	125
Allegati.....	129
Allegato A – Modulo per la raccolta dati in cantina .....	129
Riferimenti bibliografici .....	133
Ringraziamenti .....	137

# Capitolo 1

## Introduzione

I cambiamenti, già in atto, nel settore energetico evidenziano il potenziale dell'energia a basse emissioni di gas serra e, congiuntamente alle sue prospettive, danno credibilità alla realizzazione di azioni efficaci contro il cambiamento climatico. Perciò è di fondamentale importanza l'Accordo di Parigi sul clima, che si rivela prevalentemente incentrato sull'energia in quanto la trasformazione di questo settore risulta indispensabile per il raggiungimento degli obiettivi prefissati, essendo esso stesso responsabile al 70% delle emissioni di gas a effetto serra.

Nel 2015 le emissioni di anidride carbonica legate al settore energetico sono rimaste stabili e tale risultato può essere imputabile alla quota crescente di circa 1800 milioni di euro investiti, a livello mondiale, a favore di un'energia più pulita e preferibilmente rinnovabile, ma anche grazie all'incremento dell'efficienza energetica e alla riduzione dell'1.8% dell'intensità energetica dell'economia globale.

Infatti, i 74 Paesi firmatari sono ben indirizzati al conseguimento degli obiettivi prefissi dall'accordo di Parigi e ciò porta a rallentare la crescita delle emissioni mondiali di CO<sub>2</sub>, anche se non si è ancora al punto di contenere l'aumento della temperatura mondiale sotto ai 2°C. Ed è qui che si evidenzia l'importanza del meccanismo di revisione quinquennale attraverso cui i Membri sono chiamati a rivedere i loro impegni al fine di renderli più ambiziosi. La *decarbonizzazione* dei settori energetici si basa sull'incremento dell'efficienza, sull'utilizzo delle fonti rinnovabili e sull'elettrificazione dei diversi settori con l'applicazione di nuove tecnologie per la mobilità elettrica.

A livello globale, le fonti fossili vengono sfruttate per soddisfare almeno l'85% del fabbisogno energetico, mentre le rinnovabili sfiorano il 10%, con una crescita anche più elevata delle aspettative; segue il nucleare al 4%, in calo per i diversi incidenti, l'incremento dei costi e il relativo invecchiamento degli impianti.

## 1.1. Il panorama energetico internazionale

Attualmente, il panorama energetico internazionale sta attraversando importanti evoluzioni e trasformazioni determinate dalla coesistenza di diversi fattori, riconoscibili in fattori economici e politici.

I primi sono legati in maniera indissolubile al dissesto finanziario americano nel 2008, propagatosi poi nelle diverse economie del mondo, alcune delle quali non hanno ancora del tutto superato la crisi recessiva che le ha investite; a ciò dobbiamo sommare l'andamento ciclico del mercato delle materie prime e la crescita esponenziale della produzione di petrolio e gas naturale, sempre negli Stati Uniti, grazie allo sfruttamento dello *shale gas* che ha permesso loro l'indipendenza energetica.

I fattori politici, strettamente connessi ai primi, influenzati e influenzatori dello scenario economico, possono essere riassunti come il tentativo della Russia di tornare ad un ruolo primario sulla scena politica dopo la crisi in Ucraina e l'intervento in Siria non del tutto coordinato con i paesi occidentali, la diffusione del fenomeno terroristico, alimentato anche dall'irrisolto problema israelo-palestinese, e infine dal raggiungimento di un accordo internazionale sul tema *nucleare* iraniano, riportando quest'ultimo ad un ruolo primario nella scena del mercato delle fonti energetiche.

A partire dai dati statistici di sintesi del consumo energetico mondiale è possibile delineare uno scenario chiaro e formulare delle ipotesi quanto più attendibili circa l'evoluzione del quadro energetico mondiale:

- Negli ultimi 10 anni, il petrolio ha subito un incremento del consumo e della relativa produzione di circa l'8%, mentre le riserve sono incrementate di 24.4%, giustificato dallo sviluppo delle attività di ricerca e dal progresso nelle tecnologie di produzione di petrolio da campi petroliferi ad alta profondità.

Ai primi dieci Paesi consumatori è imputabile il 59.2% del consumo totale, mentre l'Italia consuma l'1.3% del totale. Notoriamente le aree di maggior produzione non coincidono con quelle di maggior consumo, il che causa la necessità di infrastrutture di trasporto e influenze sul mercato e sulla politica mondiale.

- Nello stesso arco temporale, il gas naturale ha subito un incremento dei consumi del 25.9%, della produzione del 27.8% e delle riserve del 19.6%, da riferirsi in questo caso alle attività di ricerca dei nuovi giacimenti; per il gas naturale i 10 maggiori consumatori assorbono il 61.1% del valore totale mentre in termini di produzione i primi 10 soddisfano il 67.5% del valore totale. Anche per il gas sono necessarie infrastrutture e sistemi per il



trasporto con articolate questioni geopolitiche. L'Italia ha prodotto lo 0.2% consumando l'1.7% (in entrambi i casi del valore totale) proveniente per il 91% via gasdotto e per il restante via LNG.

- Il carbone ha diminuito le riserve dell'1.8%, incrementando produzione e consumo rispettivamente del 38.7% e 33.2%; Dal canto suo, l'Italia dal suo canto ha consumato lo 0.9% del valore totale.
- Le energie rinnovabili hanno contribuito al bilancio di energia primaria con importanti tassi di crescita, malgrado il ridotto incremento del consumo globale di energia; tale tasso è stato maggiore nei Paesi in via di sviluppo. I biocombustibili hanno goduto, in questi ultimi tempi, di un largo supporto da parte di molti Paesi, ma potrebbe man mano venire meno specialmente per quelli derivati da prodotti alimentari.

## **1.2. Biomasse come fonte energetica**

Restringendo il campo, il Consiglio Europeo ha fissato entro il 2050 l'obiettivo di ridurre le emissioni di gas serra dell'UE di almeno l'80% in relazione ai valori del 1990, prevedendo poi delle tappe intermedie entro il 2020, 2030 e 2040, rispettivamente, pari al 20%, 40% e 60%, tutto al fine di contrastare l'ormai noto rischio di cambiamenti climatici. Soluzione principe, assieme all'incremento delle efficienze degli attuali processi, risulta essere un'economia basata su quanto più basse emissioni di CO<sub>2</sub> che comporta, per l'Europa, investimenti almeno pari all'1.5% del PIL annuo per i prossimi 35 anni. L'utilizzo di fonti rinnovabili, inoltre, permette ad un Paese di liberarsi dall'importazione di energia da altri paesi, e per questo le politiche del governo del nostro Paese hanno sempre più perseguito la sicurezza degli approvvigionamenti e la sostenibilità ambientale; le principali fonti energetiche su cui deve puntare l'Italia sono il solare e le biomasse.

Il termine "*biomassa*" nasce verso la fine degli anni '70 con la rinascita dell'interesse per le fonti rinnovabili e in seguito alla crisi energetica di quegli anni; l'attenzione era inizialmente orientata verso il solare e l'eolico, mentre per le biomasse fu guidata dalla scia di quanto avveniva in materia di energia nelle altre Nazioni. Scientificamente, il termine biomassa considera ogni materiale di origine biologica, cioè derivante direttamente o indirettamente dalla fotosintesi clorofilliana; tecnicamente, invece, si associano alla biomassa, e di conseguenza ai biocombustibili, tutte le sostanze differenti dal carbone, petrolio, gas naturale o dai loro derivati e che possono essere usate come combustibile, ovvero dai quali è possibile conseguire energia attraverso processi termochimici o biochimici.

I biocombustibili provengono da biomasse di origine forestale, agricola e animale e la loro naturale distribuzione nel territorio è un punto di forza non trascurabile: infatti, l'approvvigionamento di una risorsa può incidere fortemente sulla sostenibilità di un sistema e sul suo bilancio. In questo caso si parla di una risorsa già presente e disponibile nel territorio, costituita da residui derivanti da attività primarie e secondarie; tutt'altro discorso può essere, poi, la produzione di biomassa al solo scopo energetico su terreni dedicati. Lo sfruttamento delle biomasse risulta ancora largamente al di sotto del suo reale potenziale ed è in gran parte dato da legna da ardere ad uso domestico.

Dal settore agricolo possono provenire grandi quantitativi di biomasse destinabili ad uso energetico senza intaccare in minima parte il settore alimentare, ma piuttosto valorizzando residui agricoli che comporterebbero solo un onere per la loro gestione. Le aziende interessate alla multifunzionalità sono sempre maggiori, in particolar modo quelle che affiancano tradizioni locali e tecnologie agroenergetiche.

Il gap di costo tra le fonti rinnovabili e quelle fossili, in termini economici ovviamente a favore delle fonti fossili, può essere invertito se si considerano nel bilancio gli aspetti ambientali e sociali connessi: lo sfruttamento delle biomasse non contribuisce all'incremento del livello di anidride carbonica nell'aria perché è uguale a quella liberata durante la naturale decomposizione e allo stesso tempo equivalente a quella assorbita durante la crescita.

Attualmente solo in minima parte i residui arborei vengono recuperati come legna da ardere, mentre la gestione più comune prevede di trinciare e interrare in loco i residui, eventualmente allontanati dalla coltivazione e bruciati per prevenire la diffusione di patologie. Il riutilizzo energetico è in questo caso un beneficio sia agronomico che come risorsa energetica.

I punti di forza che fanno della conversione energetica delle biomasse una via da seguire sono, oltre alla già citata distribuzione locale della risorsa, in alcuni casi altrimenti considerata rifiuto:

- il costo relativamente basso della risorsa;
- l'immissione nulla di CO<sub>2</sub> in atmosfera, aspetto che contribuisce positivamente alla riduzione dell'effetto serra e allo stesso tempo alla dipendenza energetica del Paese.

Per contro vanno considerate le discontinuità nella produzione da parte delle coltivazioni, la difficoltà di immagazzinamento per gli elevati volumi ed eventuali problemi di fermentazione della stessa biomassa.

Note le ricerche effettuate nel settore delle biomasse, considerata la ricca presenza di vitigni di qualità nella regione Veneto e di conseguenza l'elevato valore di sarmenti di vite sfruttabili energeticamente, questo studio vuole analizzare il consumo di diverse cantine presenti nel territorio, in particolare il loro fabbisogno energetico in termini di energia, elettricità, calore e freddo, e valutare se il recupero termico da scarti di potatura, già presenti nelle realtà studiate, possa essere usato per renderle energeticamente indipendenti o eventualmente valutare alternative che rendano competitiva e vantaggiosa questa fonte rinnovabile.

Di seguito verrà, quindi, data una panoramica di alcune cantine del territorio padovano e circostante, leader nella produzione di vini pregiati sia in termini quantitativi che di qualità.

Si ringraziano quindi le Cantine che si sono gentilmente offerte di contribuire allo studio, fornendo i dati necessari allo stesso.

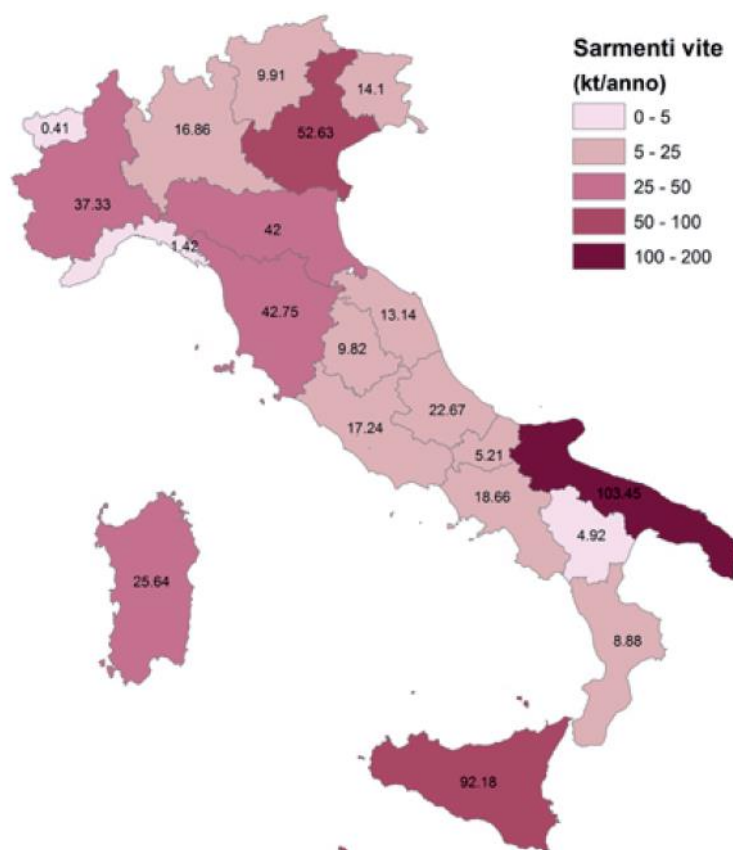


Figura 1- Produzione di Sarmenti di vite per Regione (fonte: ENEMA - Biomasse ed energia - Disponibilità delle risorse)

### 1.3. Cantine

#### 1.3.1. Cantina Colli Euganei

Posta nel cuore del Veneto, in una zona da sempre dedicata alla coltivazione del vino e riconosciuta dal 2010 come zona DOC e DOCG, la Cantina Colli Euganei nasce nel '49, vinificando per la prima volta nel '51, sempre con l'obiettivo di proporre una varietà di vini autentici, espressione

della terra della coltura. Le uve vengono coltivate all'interno del territorio del Parco dei Colli, nelle zone dei comuni di Vo', Rovolon, Torreglia, Galzignano Terme, Lozzo Atestino, Cinto Euganeo, Arquà Petrarca, Este e Baone, da circa 650 soci su di una superficie di circa 670 ettari. Queste zone, per la metà pianeggianti e per la metà collinari, sono ricche di nutrienti diversi e si caratterizzano come l'habitat ideale per vitigni nelle varietà autoctone di pregio quali Cabernet Savignon, Cabernet Franc, Glera, Serprina, Moscato giallo e Merlot.



Figura 2- Cantina Colli Euganei (Fonte: [www.cantinacolliuganei.it](http://www.cantinacolliuganei.it))

### 1.3.2. *Conselve Vigneti e Cantine*

Situata nelle zone sud orientali del Padovano, caratterizzate da un clima temperato mediterraneo e con alle spalle il meticoloso lavoro dei Frati Benedettini, la Conselve Vigneti e Cantine vinifica dal 1950 le uve dei 770 soci proprietari di circa 1000 ettari di vitigni. Ogni anno circa 20 milioni di chilogrammi di uva vengono vinificate con tecniche e attrezzature all'avanguardia e si trasformano in varietà internazionali e autoctone di vini di alta qualità: Merlot, Cabernet,

Chardonnay, Savignon, ma anche Prosecco, Marzemino, Refosco e Friularo. La qualità riconosciuta in numerosi concorsi enologici fa di questa cantina, che ha sede a Conselve, una delle più rinomate del territorio.



**CONSELVE**  
**VIGNETI E CANTINE**



*Figura 3- Conselve Vigneti e Cantine (fonte: [www.cantinaconselve.it](http://www.cantinaconselve.it))*

### 1.3.3. *Cantina Sociale di Cona e Cavarzere*

Cantina di vaste dimensioni situata nella località di Pegolotte, nel comune di Cona ora Città del vino, divenendo nel 2012 uno dei massimi produttori mondiali di Prosecco biologico, la Cantina sociale di Cona e Cavarzere raccoglie le uve degli 210 agricoltori proprietari di circa 850

ettari e le trasformano grazie alle cure di enologi professionisti in vini di alta qualità, che poi vengono commercializzati in tutto il mondo. Come per la cantina di Conselve, è tra i produttori che possono vantare la Denominazione di Origine Controllata Corti Benedettine, riconosciuta dal 2004 e caratteristica della campagna sud orientale della Provincia di Padova e della parte meridionale della Provincia di Venezia.



*Figura 4 - Cantina Sociale Cona e Cavarzere (fonte: cavarzereazzurra.blogspot.it)*

# Capitolo 2

## L'azienda vinicola

Il seguente capitolo fornisce una panoramica sui vigneti, delle loro caratteristiche e su come queste influenzino lo studio svolto. Si procederà poi, con il descrivere un quadro dei processi di lavorazione delle uve e dei mosti, al fine di permettere una corretta valutazione del fabbisogno delle cantine oggetto d'esame (il processo di produzione del vino varia ovviamente dal tipo di vino che si intende produrre).

### 2.1. Vite e Viticoltura

Branca dell'arboricoltura, costituita dall'insieme delle tecniche previste per la coltivazione della vite, la viticoltura ha acquisito sempre più importanza per un prodotto di qualità elevata assieme all'enologia, disciplina che si interessa dell'intero processo di trasformazione dell'uva in vino.

La vite, o *Vitis*, è un arbusto rampicante della famiglia delle *Vitaceae*, dell'ordine *Rhamnales*, di cui possiamo distinguere due sottogeneri: *Muscadinia* e *Euvinis*. La prima non è adatta alla produzione di vino e viene coltivata per lo più nelle regioni costiere e continentali del Sud Est degli Stati Uniti, dove si consuma come frutta fresca; la seconda, invece, è usata per la produzione di uva da vino e si classifica in base all'area geografica di distribuzione:

- Americana, usata per lo più come porta innesti della vite europea perché caratterizzata da una buona resistenza al freddo, alla fillossera (insetto, di origine americana, che attacca la vite con danni, per lo più alle radici, che comportano una riduzione della capacità assorbente), all'asfissia e alle malattie;
- Europea, più importante e diffusa in tutto il mondo per le sue proprietà qualitative;
- Asiatica, poco usata perché poco produttiva e sensibile alla fillossera.

La vite è una pianta perenne, produttiva dal quarto anno e con una vita utile di 40 anni circa, anche se nella sua ultima fase, tra i 30 e i 40 anni, non riesce più a soddisfare quantitativamente e qualitativamente le esigenze del viticoltore.

Si compone di una radice, il fusto e i tralci. L'apparato radicale della vite è organo che permette l'ancoraggio a terra e l'assorbimento di acqua e delle sostanze nutritive, necessarie al risveglio



vegetativo e per questo accumulate; la radice della vite scende di un metro in profondità e si sviluppa lateralmente per 4-5 metri; inoltre, per la maggior parte dei vitigni coltivati le radici sono fornite da un porta innesto, come verrà spiegato successivamente.

Il fusto è l'organo centrale costituito da una struttura legnosa, di età maggiore di almeno due anni, da cui dipartono uno o più rami (anch'essi di età superiore ai due anni) lignificati da dove partono i tralci; il numero di rami o branche dipende dal tipo di allevamento.

Infine, i tralci, sono i rami di un anno che hanno subito il processo di lignificazione, mentre i germogli sono i rami di annata, che si originano dai tralci, ma che sono ancora in fase erbacea. Entrambi sono costituiti da nodi e internodi: in particolare per quest'ultimi, dal secondo e terzo nodo si formano, in posizione opposta alle foglie, grappoli o viticci. Le gemme crescono in posizioni laterale rispetto all'asse germoglio-tralcio, inserite sui nodi o all'ascella delle foglie. Il ciclo annuale della vite può essere suddiviso in due sottocicli: vegetativo e riproduttivo. Il primo si struttura nelle seguenti fasi:

- Accrescimento vegetativo: fase postuma al "pianto" (emissione di liquido dal legno nei tagli di potatura, dovuto alla riattivazione del metabolismo degli zuccheri) inizia a marzo e si conclude ad agosto, consiste nell'ingrossamento delle gemme e fuoriuscita del germoglio in funzione di fattori ambientali, biotici e legati alle tecniche di coltivazione.
- Agostamento: lignificazione dei germogli, ovvero maturazione dei tralci che permette alla pianta di superare meglio l'inverno; il colore verde scompare e si viene a formare la corteccia dalla base verso l'apice.
- Periodo di riposo: tra dicembre e aprile, la caduta delle foglie a causa dell'abbassarsi della temperatura.

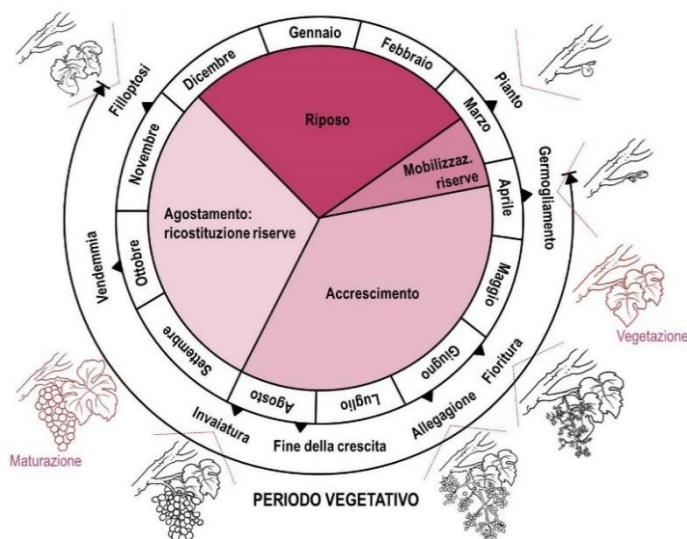


Figura 5- Ciclo vegetativo riproduttivo. (fonte: [www.parcodimontevecchiaedintornidibrianza.it](http://www.parcodimontevecchiaedintornidibrianza.it))



Il sottociclo riproduttivo, invece, si compone delle seguenti fasi:

- Differenziazione delle gemme ibernanti. Queste si formano fino a fine maggio, mentre la differenziazione avviene in modo scalare, partendo dalle gemme alla base dei germogli fino all'apice: inizialmente si producono delle brattee (foglie modificate che accompagnano fiori o infiorescenze), quindi due tre abbozzi fogliari e, infine, dopo quattro-cinque foglie vengono prodotti gli abbozzi fiorali.
- Fioritura. La completa formazione delle inflorescenze avviene tra maggio e inizio giugno e lo sviluppo completo di ogni fiore, con il distacco della corolla dal ricettacolo floreale può durare, a seconda delle condizioni climatiche, da una a due settimane.
- Impollinazione, fecondazione e allegagione. Nella vite la fecondazione può essere autogama o incrociata, i fiori che la completano danno origine ad una bacca e vengono chiamati "allegati". La percentuale di allegamento è del 25-50% e può essere influenzata da condizioni sia ambientali, come la temperatura tra i 15° e i 35°C e una buona insolazione, sia legata a buone pratiche colturali, come un buon controllo sugli agenti patogeni e una buona potatura.
- Accrescimento e maturazione degli acini. Segue la fecondazione e prevede un primo periodo erbaceo, con la bacca ancora verde e basso contenuto di zuccheri, uno di maturazione, dove si ha un incremento degli zuccheri all'interno della bacca e una riduzione degli acidi. In questa fase la bacca è matura, più tenera e cambia di colore, il rapporto tra glucosio e fruttosio è pari a 1 e si ferma l'accumulo di zuccheri. È in questo periodo che avviene la raccolta: infatti, successivamente la bacca rammollisce e il rapporto tra glucosio e fruttosio propende verso il fruttosio, causando possibili problemi con i lieviti, mentre i polifenoli si ossidano e si presenta il rischio di infezione botritica.

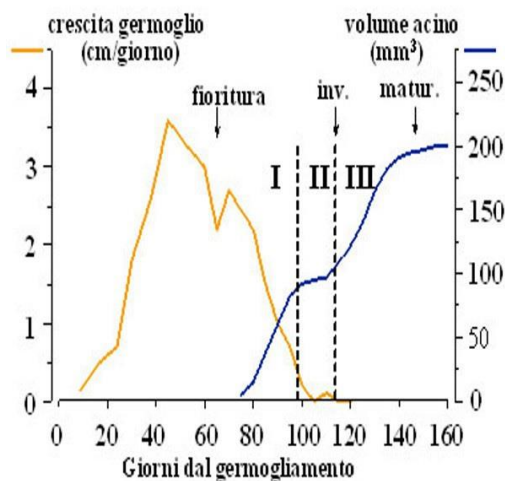


Figura 6 - Grafico crescita germogli e acini (fonte:argraria.org)

## 2.2. Coltivazione della vite

Per *vigneto*, o vitigno nel caso si parli di uva esclusivamente da vino, s'intende un appezzamento di terreno destinato alla monocoltura della vite. L'Italia risulta essere il paese con la più ampia e differenziata produzione di vino in tutto il mondo: si vantano, infatti, più di 400 denominazioni di origine protetta. Le differenze culturali e tradizionali risultano così marcate tra le regioni che l'Italia è sicuramente al primo posto in termini di forme di allevamento; queste, possono essere classificate in base a diversi fattori: l'altezza da terra dei rami da frutto, la direzione nello spazio, ma anche dal tipo di potatura. Ciò risulta particolarmente interessante ai fini dello studio, in quanto si possono notare differenze nella quantità di sarmenti prodotti in funzione del tipo di allevamento, ma anche al tipo di vino a cui è destinata l'uva in questione.

Come già descritto prima, la maggior parte dei vitigni europei non sono resistenti alla fillossera perciò la propagazione è limitata grazie all'utilizzo di innesto su portainnesti americani (che come già spiegato sono più resistenti). I portainnesti vengono prelevati al momento della potatura invernale da piante madri e sono conservati in ambienti a temperatura e umidità controllata per evitare che secchino o che vengano attaccati da funghi. Le marze (parte che sarà l'apparato aereo della pianta) provengono da vitigni europei, anch'essi prelevati durante la potatura invernale e conservati allo stesso modo dei precedenti.

Tra i diversi portainnesti ammessi in Italia (31, anche se l'80% della superficie coltivata a piante madri per portainnesti può essere rappresentato da sei tipologie) descriviamo solo il Kober 5BB, caratteristico tipo di portainnesto della Cantina di Conselve, caratterizzato da una buona vigoria indotta e da un buon adattamento al terreno, soprattutto se umido e argilloso, resistente alla fillossera e ai nematodi *meloidogyne*, parassiti che attaccano le radici della vite.

L'innesto viene effettuato verso marzo: precedentemente i portainnesti e le marze vengono riportate a temperatura ambiente e immerse in acqua perché l'unione viene fatta mediante innesto a tavolino, generalmente di tipo omega quindi si evita la penetrazione di agenti patogeni e luce con cere o paraffina. Infine, vi è un processo di forzatura che permette una ottima fusione tra i due elementi.

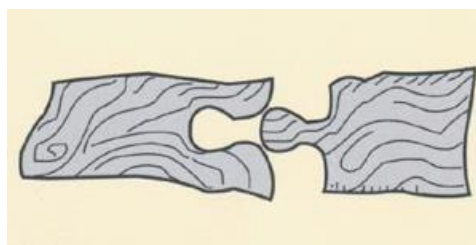


Figura 7- Innesto a omega  
(fonte: [www.nocitoelvira.it](http://www.nocitoelvira.it))

Terminata la forzatura e scelte le barbatelle migliori, si effettua una seconda paraffinatura di circa 20 cm, per evitare la disidratazione delle barbatelle, quindi le radici vengono tagliate a circa 10-15 cm per permettere una migliore proliferazione nel momento dell'impianto.

Un ambiente ideale e preparato è fondamentale per permettere alla pianta un buon attecchimento e una buona crescita. Generalmente, la vite preferisce terreni sciolti, bene drenati e caldi, ma si adatta bene anche a terreni più argillosi. Si trovano ovvie differenze tra le località geografiche dove si vuole installare il vitigno: la pianura è caratterizzata da un'escursione termica non troppo elevata, è facilmente adattabile alla meccanizzazione dei processi, ma può essere a rischio ristagno idrico e quindi va opportunamente sistemata; la collina, diversamente, è caratterizzata da un minor rischio di ristagno idrico - ma allo stesso tempo potrebbe essere più difficile l'approvvigionamento idrico da parte della pianta un'escursione termica più elevata e una più difficile meccanizzazione delle operazioni, a meno di opportune sistemazioni. Di solito, i vitigni di pianura producono più sarmenti di quelli collinari grazie ad un miglior approvvigionamento di nutrimento nei primi.

La preparazione del fondo prevede un'analisi chimico-fisica del terreno; in seguito si decide il tipo di concimazione necessaria, l'eventuale livellamento del terreno, la predisposizione dei drenaggi e la preparazione del terreno per l'impianto che può essere di diverso tipo: scasso con aratro, distribuzione dei concimi o aratura superficiale.

### **2.2.1. Potatura**

La potatura è da sempre il sistema più efficace per disciplinare e guidare la produzione sia in termini di quantità che di qualità. La potatura viene fatta per dare forma alla pianta, rendere costante la produzione conservando il suo potenziale produttivo e mantenere la qualità ad un certo livello. Una buona potatura tiene conto del ciclo di vita della pianta e si adatta alle condizioni fenologiche della stessa, ovvero le fasi che si ripetono ogni anno; infine tiene conto di diversi fattori quali l'ambiente (in termini di clima e terreno), la vigoria (funzione del numero e della lunghezza dei germogli), della fertilità delle gemme e delle differenze tra le stesse (le gemme possono essere più o meno fertili).

Possiamo definire *potatura da allevamento* quella fatta nei primi anni dopo l'installazione del vitigno ed ha lo scopo di dare alla pianta la forma di allevamento scelta e di farla entrare in produzione: nel primo anno si permette alla pianta una crescita più libera, avendo l'accortezza che si sviluppi una chioma abbondante; al primo inverno si sceglie il tralcio che per caratteristiche, come posizione e dimensioni, permetta la formazione di un buon fusto e viene potato ad una lunghezza dalle due alle sei gemme. Analogamente al primo, nel secondo anno si permette una crescita abbondante, i germogli vengono legati ad un tutore e la potatura invernale viene realizzata in modo da predisporre la forma di allevamento scelta. La potatura

di allevamento si conclude con la potatura invernale del terzo anno, iniziando, con il quarto anno, la fase produttiva della pianta.

Durante il periodo produttivo si attua la potatura di produzione con lo scopo di sostenere la produzione senza intaccare lo sviluppo vegetativo della pianta: l'equilibrio fra queste due attività è in funzione del numero

di gemme e della loro distribuzione lungo la pianta. La carica di gemme è pari al numero di gemme ibernanti, quindi potenzialmente fruttifere lasciate dopo la potatura; tale numero dev'essere proporzionale alla fertilità e alla vigoria del vitigno.

La carica di gemme influenza direttamente la produzione: un valore troppo elevato causa un invecchiamento precoce della pianta, mentre un valore troppo basso comporta una produzione

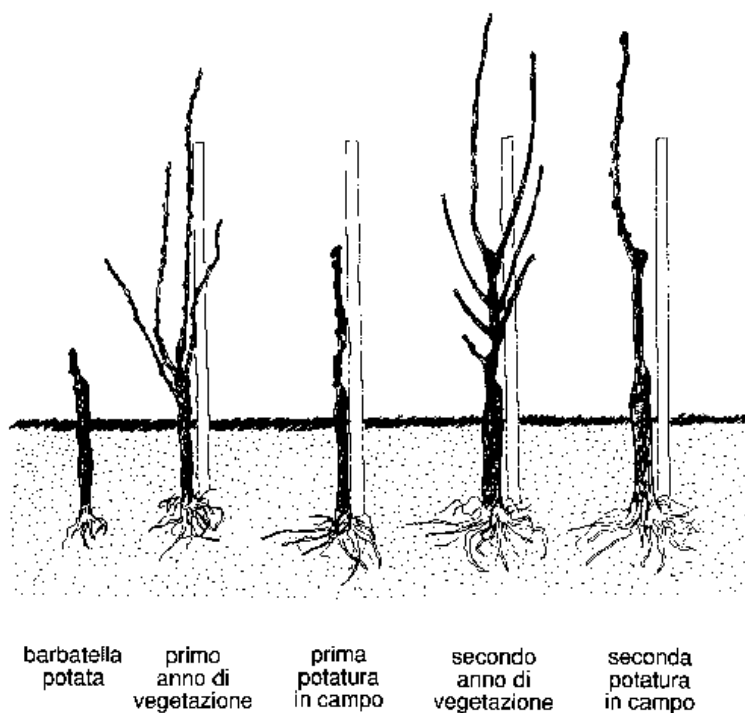


Figura 8 - Potatura di allevamento della vite (fonte: [www.winetaste.it](http://www.winetaste.it))

limitata di uva e una potatura verde più onerosa. In letteratura è presente una formula che definisce il numero ideale di gemme da lasciare dopo la potatura, elaborata nel 1985 da Fregoni, noto professore di Scienze Agrarie dell'Università Cattolica del Sacro Cuore di Piacenza:

$$N_{GC} = \frac{P_{m_c}}{f * P_{m_{gr}}} = \frac{P_{m_c}}{P_{m_g}}$$

dove  $N_{GC}$  è il numero di gemme ideale per ceppo;  $P_{m_c}$ ,  $P_{m_{gr}}$ ,  $P_{m_g}$  sono rispettivamente il peso medio di uva per ceppo, il peso medio del grappolo e il peso medio di uva per gemma; infine,  $f$  è il valore di fertilità media delle gemme, tale valore varia in funzione alla distanza dal tralcio, si è soliti parlare di fertilità media data dal rapporto tra il numero totale di grappoli e il numero di gemme lasciate, in questo caso si avrà un valore tra 1 e 3 circa (tale indice è da considerarsi attendibile fino a un certo punto, in quanto ceppi troppo o poco vigorosi hanno una fertilità inferiore alla media).

In ogni caso, un buon viticoltore è in grado di stabilire al colpo d'occhio il numero di gemme da lasciare per ciascuna pianta. La potatura prende nomi diversi in base al numero della carica di gemme adottata e viene infatti definita come poverissima se inferiore a 5 gemme, povera tra le 6 e le 10 gemme per ceppo, media tra le 11 e le 20, ricca tra le 21 e le 40 e ricchissima quando il numero di gemme per ceppo lasciate dopo la potatura supera il 41.

Per concludere, con *Potatura verde* s'intendono tutte quelle pratiche effettuate durante il periodo vegetativo al fine di gestire in maniera ottimale la chioma, consentendo una migliore guida della pianta durante il suo sviluppo, un miglioramento dell'allegagione e dell'arieggiamento dei grappoli, ma anche permettere il passaggio dei macchinari o semplicemente facilitare la potatura. Tra le varie pratiche, fatte sia manualmente che a macchina, si può riscontrare la spollonatura (eliminazione dei germogli infruttiferi) diradamento dei germogli, cimatura e defogliatura.

### 2.2.2. *Forme di allevamento*

La viticoltura moderna utilizza forme di allevamento che mirano a massimizzare quantitativamente e qualitativamente la produzione, cercando il minor impatto ambientale e con i minori costi di gestione. Riprendendo le parole dell'agronomo Lamberto Tosi, "la storia della coltivazione della vite è legata strettamente all'ambiente in cui essa è presente e sicuramente la forma di allevamento è quell'accorgimento tecnico che consente l'adattamento della pianta all'ambiente suddetto. [...] l'evolversi verso una o l'altra forma di allevamento non dipende solo dalla volontà dell'agricoltore ma ancora di più dal clima, dal terreno, dalla tipologia di prodotto finale, dalla tradizione locale".

Di seguito vengono descritti i più comuni tipi di allevamento:

- **Alberate.** Tipica forma di allevamento dove è previsto un tutore costituito da un'altra pianta legnosa; questa pianta varia di zona in zona e risulta di particolare importanza anche la sua potatura, affinché non intralci la crescita della vite.
- **Alberello.** Forma di allevamento adatta agli ambienti che necessitano un allevamento ridotto e prossimo al terreno, non necessita di sostegno ed è comune nelle regioni della Val D'Aosta e in Sicilia. Di solito parliamo di vite dal tronco lungo 30-40 cm, da cui diramano 3-4 branche con massimo 1-2 speroni e 2-3 gemme ciascuna; la potatura può essere cortissima, corta, lunga o mista.
- **Guyot.** Forma di allevamento adatta a zone a sviluppo contenuto, dove il tronco è alto all'incirca un metro, su cui è inserito un capo a frutto piegato orizzontalmente lungo la

direzione del filare e uno sperone di 1-2 gemme, finalizzato ai rinnovi per gli anni successivi. Necessita di sostegni alti circa 2 metri ogni 5-6 metri collegati da tre fili, uno all'altezza del capo a frutto e gli altri due di sostegno più alti.

- **Capovolto o alla cappuccina.** Deriva dal precedente, ma a differenza del Guyot il tronco si alza per circa 2 metri con 1-2 capi a frutto piegati verso il basso e 1-2 speroni per il rinnovo; presenta diverse varianti in funzione della zona e del territorio (dove si trova) e anch'esso necessita di pali di sostegno collegati da 5-6 fili a cui si sostiene la pianta.
- **Cordone speronato orizzontale.** Forma di allevamento costituita da un tronco alto al massimo 1 metro che si prolunga orizzontalmente lungo il filare per 1-2 metri; in questo tratto orizzontale sono inseriti diversi speroni di 2-4 gemme ciascuno. Anche questa tipologia necessita di sostegno.
- **Sylvoz.** Caratteristico dell'Italia centro-settentrionale e simile al precedente, si differenzia per i capi frutto che vengono curvati verso il basso. I tralci sono rinnovati annualmente e anche questa forma di allevamento necessita di sostegni. I vigneti che fanno riferimento alla Cantina sociale di Conselve, ad esempio, sfruttano per la maggior parte questo tipo di allevamento, caratterizzato da un'elevata produzione di sarmenti; questa è legata in primo luogo al tipo di vite - infatti, ci sono grosse differenze in termini di produzione di sarmenti tra il Prosecco e il Pinot Grigio, sebbene in entrambi i casi questa forma di allevamento massimizzi la produzione di uva per vino.
- **Carsarsa.** Forma di allevamento derivata dalla precedente, è caratterizzata da elevata adattabilità e ridotto fabbisogno di manodopera per una più facile propensione alla meccanizzazione; si costituisce di un fusto, alto fino a 1.70 metri, piegato orizzontalmente lungo il filare a costruire un cordone orizzontale. Non essendo prevista la legatura dei capi a frutto, questi propenderanno verso il basso, mentre la vegetazione di rinnovo si attacca ai palchi di fili più alti creando una netta distinzione tra le due zone: quella produttiva sotto il cordone e quella di rinnovo sopra.
- **Geneva Double Curtain (GDC).** Nata in America negli anni '60, è caratterizzata da un'alta propensione alla meccanizzazione in quanto si costituisce di un sistema a doppia cortina: dal fusto centrale, alto 1.70 metri, si dividono due cordoni che generano due pareti verticali raddoppiando la superficie irradiata per un solo fusto. Tale sistema è stato pensato in modo che i grappoli nascano fuori dalla linea dei pali permettendo una raccolta meccanizzata con l'uso di vendemmiatrici a scuotimento verticale. Allo stesso modo la potatura verde è resa agevole e permette l'uso di macchine automatiche seguite,

generalmente, da interventi di rifinitura manuale; la potatura consiste per lo più in un taglio laterale e una riduzione della parte inferiore della parete vegetale.

- **Cortina semplice.** Derivata dalla forma di allevamento precedente, consta di un cordone orizzontale, all'altezza di 1.70-1.80 metri, sostenuto da un unico filo portante; il peso dei grappoli va quindi a creare una cortina, da cui il sistema prende il nome. Anche questa forma di allevamento si presta bene alla meccanizzazione sia per la vendemmia che per la potatura verde e invernale. Questa tipologia è caratteristica della Cantina Sociale di Cona e Cavarzere e rispetto alla Sylvoz ha una produzione di sarmenti inferiore - tale produzione è comunque funzione del tipo di uva.

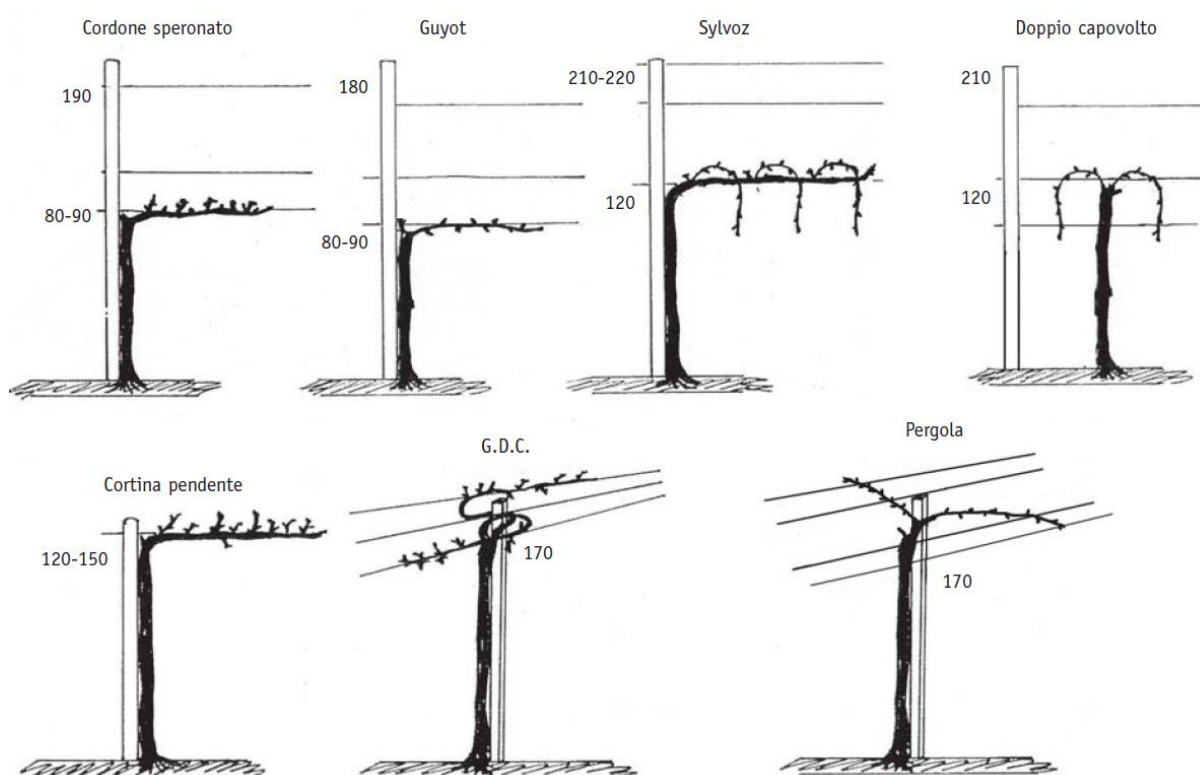


Figura 9 - Forme di allevamento vite. (fonte: Guida per il viticoltore, Veneto agricoltura, 2004)

### 2.2.3. Concimazione e irrigazione

Il mantenimento delle condizioni chimiche, fisiche e batteriologiche è di fondamentale importanza per contribuire al giusto nutrimento delle piante e alla fertilità del terreno; la concimazione e l'irrigazione sono perciò indispensabili per un vitigno ricco e sano, contribuendo così alla crescita delle piante e di conseguenza ad una buona produzione di sarmenti.

La concimazione deve essere effettuata con molta attenzione, evitando gli eccessi per non intaccare l'equilibrio vegetativo e indurre a carenze nutrizionali. Di conseguenza sono molto

importanti le analisi periodiche al terreno che valutano la granulometria, la sostanza organica presente, il quantitativo di calcare, la concentrazione di nutrienti, etc., definendo modalità e quantità per la concimazione di fondo (fatta a inizio impianto) e di allevamento e produzione (eseguita ogni anno). Quindi, in funzione delle caratteristiche del suolo, possiamo elencare gli elementi che compongono una generica concimazione di fondo:

- 500-800 q/ha di letame maturo;
- 200-1000 kg/ha di Ossido di Potassio ( $K_2O$ );
- 200-500 kg/ha di Anidride Fosforica ( $P_2O_5$ );
- 100-400 kg/ha di Ossido di Magnesio ( $MgO$ );
- 12-25 kg/ha di Boro (B).

La concimazione di allevamento consiste nella somministrazione di azoto dopo il germogliamento ed è locale di 50 e 100 kg/ha rispettivamente nel primo e secondo anno. La concimazione di produzione, invece, deve valutare caso per caso il fabbisogno della pianta fornendo il giusto apporto di calcio e potassio, eventualmente di azoto e fosforo.

Risultano di particolare interesse, ai fini di questo punto, le diverse tecniche di gestione dei sarmenti: dal divieto di combustione degli stessi in loco (la normativa verrà illustrata nei capitoli seguenti), si prevede il loro riutilizzo in campo, con l'obiettivo di restituire al suolo sostanza organica, o il consumo degli stessi per la produzione di energia e calore.

Con la trinciatura dei sarmenti viene restituito al suolo circa il 25% del fabbisogno annuo complessivo: infatti, è possibile ricavare il 10-30% dei macroelementi e il 30-50% dei microelementi necessari annualmente. Unica controindicazione legata a questa pratica risulta la possibile diffusione di malattie, come l'escoriosi (causata dal fungo *Phomopsis viticola*), molto comune nei vitigni veneti, debellabile con un'adeguata potatura e la combustione delle piante o dei tralci infetti. Oltre a ciò, i sarmenti di vite trinciati in loco e lasciati a terra contribuiscono a incrementare la capacità idrica e l'aerazione del suolo; infine, riducono lo sviluppo di erbe infestanti grazie alla presenza di tannini e fenoli.

Così come la fertilità del terreno e la concentrazione di nutrienti influenzano la crescita e l'equilibrio di un vitigno, così di fondamentale importanza è anche l'apporto di acqua alla coltivazione: la vite è caratterizzata da una limitata esigenza idrica, però l'acqua non deve mancare per garantire un buon prodotto; allo stesso modo dei fertilizzanti, salvo in quelle zone che necessitano una particolare irrigazione per ultimare il loro ciclo vitale della vite, un eccesso di acqua comporta un aumento generale dell'attività vegetativa a scapito della maturazione



dell'uva. I metodi più comuni sono l'irrigazione a pioggia e la microirrigazione, perché permettono minori consumi e mantengono costante il livello di umidità del terreno vicino alle radici.

### **2.3. Enologia: Vendemmia e trasporto**

La vendemmia e il trasporto delle uve alla cantina, per quanto possano essere considerate le prime due fasi del processo di produzione del vino, non sono funzionali ai fini del seguente studio.

La vendemmia è la raccolta di uva da vino, che può essere meccanizzata o manuale. Di fondamentale importanza è la tempestività dell'intervento perché la maturazione completa dell'uva varia in funzione a numerosi fattori ed è competenza del viticoltore scegliere il momento migliore per intervenire. A tal proposito, è consigliabile effettuare la vendemmia evitando periodi piovosi o in presenza di nebbie mattutine, in quanto l'uva tenderebbe a trattenere dell'acqua, mentre è consigliato procedere dopo l'asciugatura naturale fatta dal sole. La raccolta, in Italia, è prevalentemente manuale: l'uva viene raccolta intatta, al netto di acini o grappoli compromessi da patologie e di residui vegetali. La raccolta tramite macchine vendemmiatrici si è sempre più diffusa negli ultimi trenta-quaranta anni e consente di abbassare tempi di lavori e costi a scapito della qualità che caratterizza indubbiamente l'uva raccolta a mano.

Il trasporto, che raccoglie tutta l'uva nel posto in cui verrà prodotto il vino, avviene in un periodo relativamente breve, al fine di evitare fenomeni di ossidazione e macerazione che comprometterebbero il mosto; l'uva raccolta viene depositata in appositi recipienti da 10-15 kg che permettano di mantenere l'integrità dell'uva durante il trasporto alla cantina. Oltre all'integrità fisica e biologica è importante la temperatura e che non vi siano sostanze estranee quali terra, foglie, tralci, acque di condensa o da piogge.

Il mezzo viene portato in prossimità della zona di scarico dove avviene la pesatura e un controllo visivo della qualità e del grado zuccherino dell'uva: è in questa fase che l'agronomo stabilisce la percentuale di scarto.

Di seguito saranno illustrati i diversi processi di produzione forniti dalle cantine, relativi al tipo di uva e di vino che si vuole produrre.

## **2.4. Procedura di produzione di Vini Bianchi**

Dopo la pesatura e i diversi controlli, viene eseguita una selezione delle uve da vinificare: le uve devono essere perfettamente sane e il grado zuccherino dev'essere compreso tra i 17 e i 19 gradi Babo, in funzione dell'annata. Terminato lo scarico in tramoggia, l'operatore attiva la coclea di scarico e le pigiatrici, sorvegliando sul corretto funzionamento delle operazioni. Si procede con l'estrattore di polifenoli, che opportunamente modificato (l'estrattore di polifenoli nasce infatti per la vinificazione del rosso), porta ad una temperatura di 6-8°C il pigiato che viene introdotto nelle presse a tank chiuso, dove è lasciato macerare per 6-8 ore. Le basse temperature di questo processo permettono l'estrazione di sostanze aromatiche e riducono l'estrazione di sostanze ossidabili nel vino, migliorando il prodotto finale sotto il profilo aromatico e strutturale (per questo motivo è un processo che interessa solamente uve pregiate). In base al tipo di uva e al ritmo di lavorazione, il pigiato viene convogliato nella linea di pressatura: i tempi e le pressioni interessate in questo processo vengono scelte dall'enotecnico, che decide anche la quantità di metabisolfito e di enzimi da aggiungere alla massa. Si passa quindi alle vasche di polmonatura, il cui riempimento è controllato automaticamente da sonde; questa fase dura dalle 6 alle 8 ore per una decantazione statica.

Segue un filtro a spazzola e il successivo passaggio nelle vasche di preflottatura. Nel processo di flottatura, l'enotecnico stabilisce empiricamente la quantità di agenti chiarificanti da aggiungere (gelatina, bentonite), poi il prodotto viene stoccato in apposite vasche termocondizionate (18-20°C) e vengono aggiunti i lieviti e gli attivanti. La temperatura viene costantemente controllata da sonde ed elettrovalvole, e la fermentazione dura dai 7-10 giorni, fintanto che il grado zuccherino si approssima allo zero.

Infine, si ha la fase della centrifuga, dove vengono eliminate fecce e microorganismi così da illimpidire il prodotto: l'operatore regola la velocità di flusso e i tempi di scarico nel filtro a farina, mentre l'enotecnico decide la quantità di anidride solforosa da aggiungere per impedire attività degli antiossidanti; quindi, il prodotto è stoccato in vasca alla temperatura di 15°C, fino al momento dell'imbottigliamento, che avviene successivamente alla microfiltrazione ad opera di una membrana in automatico.

### **2.4.1. *Vino Rosato***

Per il vino Rosato il processo di produzione è del tutto uguale a quello dei vini bianchi, tranne per le fasi di pigiatura, per la quale il pigiato è trasferito in vinificatori dove, con l'aggiunta di 60-70 g/l di SO<sub>2</sub> ed enzimi, si opera una leggera macerazione pellicolare. Dopo 4-5 ore viene

preso un campione di mosto che deve raggiungere il colore *petalo di rosa selvatica*. Alla giusta tonalità di colore si effettua il salasso sul mosto che ancora non presenta attività fermentativa e che viene, quindi, sgrondato e convogliato nelle vasche di polmonatura.

#### **2.4.2. Vino Moscato**

Anche per il vino Moscato il processo di produzione è identico a quello per il vino bianco, ma alla flottazione viene sostituita da una filtrazione usando un filtro rotativo sottovuoto. Il prodotto viene poi refrigerato con uno scambiatore a corpo raschiato, portando il mosto ad una temperatura di 2-3°C per un giorno; seguono tre fasi di filtrazione (grossolana, media e brillantante) o un unico passaggio con filtrazione tangenziale. Quindi, il mosto viene riposto nei silos termocondizionati e viene aggiunto cremor tartaro o tartrato neutro di potassio per la stabilizzazione tartarica e viene mantenuto alla temperatura di 0-1°C fino all'utilizzo.

### **2.5. Procedura di produzione di Vini Rossi**

La procedura di produzione del vino rosso è del tutto uguale a quella per il vino bianco fino all'estrattore di polifenoli, alimentato dalla linea di pigiatura: infatti, il pigiato va ad alimentare un piccolo serbatoio, dove il prodotto viene spinto all'interno di un fascio tubiero da pompe mohno e qui riscaldato gradualmente fino ad una temperatura di 70-72°C alla quale vi rimane per circa 2 minuti - a questa temperatura le cellule rilasciano velocemente il contenuto polifenolico e il corredo aromatico. Il pigiato viene gradualmente raffreddato e convogliato nei vinificatori: questo processo garantisce un prodotto più colorato, con un gusto più fruttato e meno erbaceo; inoltre, permette una riduzione del tempo di macerazione di 2-3 giorni.

I vinificatori sono in acciaio Inox con scarico basso e in questi il pigiato viene rimontato periodicamente mediante pompe mohno e giranti in gomma, viene addizionato con anidride solforosa, lieviti, enzimi e attivanti della fermentazione. Avviata la fermentazione, i rimontaggi ad alluvionaggio hanno frequenza di uno ogni due ore e sono della durata di 15 minuti; infine, la temperatura infine viene mantenuta costante intorno ai 25-27°C e in questa fase si verificano tutti i parametri chimici e sensoriali.

Il processo di svinatura consiste nella separazione della frazione liquida dalla vinaccia mediante uno sgrondatore e un torchio continuo: dallo sgrondatore si ottiene un vino fiore destinato alle fasi successive del processo, mentre dal torchio continuo si ottiene il torchiato, destinato alla distillazione o alla produzione di vini rossi da tavola. Il vino fiore viene, quindi, introdotto nei serbatoi di fermentazione ed eventualmente arricchito con del mosto concentrato rettificato;

una volta raggiunto l'1-2% di zucchero avviene un travaso, che permette l'ossigenazione del vino. La fermentazione malolattica (processo di trasformazione dell'acido malico in acido lattico e quindi anidride carbonica, ottenendo un vino più morbido e delicato) viene innescata naturalmente o mediante l'aggiunta di microrganismi.

Durante la fase di centrifugazione vengono eliminate le fecce e i microrganismi al fine di illimpidire il vino, mentre velocità del flusso e tempi di scarico sono gestiti da un operatore. Il vino viene quindi stoccato in vasca fino alla vendita o all'imbottigliamento, previa microfiltrazione tramite membrana.

## **2.6. Procedura di produzione di Vini Spumanti e Frizzanti**

Il processo di produzione dei vini spumanti e frizzanti è del tutto simile a quello dei vini bianchi fino alla prima fermentazione, perché in questo caso si procede con una chiarifica, eseguita per stabilizzare il vino nel tempo. Nei serbatoi di acciaio vengono aggiunti, in funzione alle caratteristiche volute del prodotto, elementi quali bentonite, caseinato e albumina d'uovo in dosi variabili; questi prodotti vengono distribuiti uniformemente mediante operazioni di rimontaggio per poi lasciare decantare il tutto per circa due giorni. Si esegue, quindi, la filtrazione, con un filtro tangenziale o con uno ad alluvionaggio, al fine di separare la frazione illimpidita dalla chiarifica.

Il vino base viene introdotto nell'autoclave per i processi di rifermentazione e di presa di spuma; in questa sede vengono aggiunti lieviti selezionati, sostanze attivanti, mosto concentrato rettificato oppure saccarosio; i serbatoi sono coibentati e mantengono controllata la temperatura tra i 18 e 22°C alla pressione tra 2.2 e 4-4.5 atm. Raggiunta la graduazione alcolica desiderata, la rifermentazione viene interrotta raffreddando la massa a -4°C; se si vuole ottenere un vino di una certa complessità organolettica lo si lascia sostare sulle proprie fecce, alla temperatura costante di -4°C, per circa 10-15 giorni; i vini fruttati, invece, vengono centrifugati, separando il vino dalle fecce, dopo la sedimentazione a freddo della feccia stessa (1-2 giorni). La centrifugazione si esegue anche per i vini che hanno sostato sulle proprie fecce una volta trascorsi i 10-15 giorni.

Il vino viene mantenuto in autoclave per un tempo di circa 7-10 giorni, affinché raggiunga una stabilità chimico-fisica idonea, quindi si eseguono delle filtrazioni con filtri a farina o a membrana per la pulizia del mosto. L'imbottigliamento avviene in seguito alla micro filtrazione attraverso membrane filtranti.

## **2.7. Procedura di produzione di Vino Novello**

Il processo di produzione del vino novello si discosta da quelli precedentemente descritti subito dopo la raccolta: infatti, le uve vengono scaricate all'interno di una pressa pneumatica *tank* oppure si pone l'intera cassetta all'interno di un container a tenuta stagna. Ultimato lo scarico viene aggiunto del lievito e l'ambiente viene saturato di anidride carbonica proveniente da serbatoi di fermentazione; le uve macerano in tale ambiente per circa 7-10 giorni, l'acino al termine del processo risulta traslucido, di consistenza croccante e dal gusto effervescente all'assaggio.

Terminata questa fase, viene liberata l'anidride carbonica ed effettuato lo sgretolamento delle uve mediante rotazione del cilindro o pigiatura nel caso di uva posta nelle cassette. Aggiunto l'enzima e lasciato agire per circa due ore, si procede con la vera pressatura ottenendo mosto-vino, vinaccia, raspi e torchiato.

Il mosto ottenuto dalla pressatura viene diretto all'interno dei serbatoi di fermentazione dove vengono aggiunti lieviti, SO<sub>2</sub> e attivanti della fermentazione; tale processo deve avvenire ad una temperatura tra i 18 e 20°C per una durata di circa 10-12 giorni. Sia durante la fermentazione che successivamente ad essa si eseguono delle analisi per valutare se si è innescata autonomamente la fermentazione malolattica, altrimenti si corregge introducendo appositi batteri. Si procede quindi con la centrifugazione che permette l'eliminazione di fecce e microrganismi per chiarificare il vino.

Il vino sosta per 7-10 giorni in un serbatoio a temperatura ambiente, dove subisce un processo di affinamento per poi subire un processo di stabilizzazione in autoclave alla temperatura di -4°C per altri 7-10 giorni; seguono i processi di filtrazione con filtri a farina o tangenziali e la microfiltrazione con filtro a membrana pre-imbottigliamento.

## **2.8. Imbottigliamento**

All'interno della bottiglia il prodotto completa il suo processo di produzione perfezionando il suo sapore, l'imbottigliamento viene eseguito con un monoblocco composto da sciacquartice, riempitrice, isobarica e tappatore, preparato secondo manuale e gestito in automatico dal PLC che gestisce sia l'impianto automatico di microfiltrazione che la riempitrice, comprese le operazioni di lavaggio e sterilizzazione. Come misura preventiva, la riempitrice scarta automaticamente i primi 60-70 litri di vino, evitando in questo modo qualsiasi tipo di contaminazione dai residui di detergenti che potrebbero essere rimasti nell'impianto.

Il vino prelevato dal serbatoio, viene microfiltrato, entra nella riempitrice e viene condizionato in bottiglia; per adempiere ai requisiti di legge è previsto un controllo del volume con cilindro graduato all'inizio dell'imbottigliamento, a metà dell'imbottigliamento e alla fine: per ogni controllo viene prelevata una bottiglia di vino alla fine della riempitrice e misurata nel cilindro graduato, il contenuto deve essere sempre uguale o superiore a quanto indicato nella bottiglia.

## **2.9. Sarmenti di vite**

Come già spiegato precedentemente, il vigneto produce annualmente, un'ingente quantità di sarmenti, scarti di potatura, che storicamente vengono raccolti in mucchi e bruciati dagli agricoltori a bordi del vigneto. L'inopportunità o il divieto di bruciare in loco i sarmenti di vite ha comportato, nella quasi totalità dei vitigni presi in esame, che gli stessi vengano riutilizzati in campo come restituzione di sostanza organica.

La trinciatura restituisce al vigneto circa il 25% del suo fabbisogno annuo di sostanza organica e non esistono controindicazioni alla trinciatura e successivo interrimento dei sarmenti se il vigneto è sano.

Tutt'altra tecnica di gestione degli scarti della potatura e meno consolidata delle precedenti, prevede il loro consumo per la produzione di calore o di energia. In funzione al tipo di vitigno è possibile ottenere fino ai 20-25 quintali di legno all'ettaro annui. I vitigni che producono più sarmenti sono il Prosecco e il Friularo, a seguire (fino a 10-12 q/ha circa) il Cabernet franc, il Marzemino Nero, il Raboso Piave e il Tai. Altri tipologie di vitigno producono un quantitativo di sarmenti tale da non rendere conveniente la raccolta. Oltre a ciò bisogna considerare la forma di allevamento adottata: infatti, risultano sfruttabili i vigneti che adottano forme di allevamento come il Guyon, il Sylvoz o il GDC, mentre allevamenti quali la cortina semplice, caratterizzata da una facile meccanizzazione del processo di potatura, produce scarti di piccola dimensione (della lunghezza di circa 15-20 centimetri) e bassa quantità, tali da far perdere la convenienza del recupero e sfruttamento energetico degli stessi.

In caso di recupero dei sarmenti per scopi energetici, la potatura eseguita dal viticoltore viene effettuata depositando i sarmenti a terra *ogni altra fila*, cioè, a file alterne; si procede quindi installando il cantiere per l'imballaggio e la raccolta dei sarmenti: si compone di una rotopressa Wolgari R98 a catene modificata, un trattore piccolo adibito a spostare le balle di sarmenti fuori dal vitigno e un carrello elevatore per caricare le balle su di un rimorchio in grado di trasportare 56 balle alla volta. La rotopressa Wolgari R98 a catene è stata modificata e trasformata da una rotopressa per la paglia ad una per i sarmenti: sono stati installati due rulli dentati ai lati della

bocca di ingresso che convogliano i sarmenti nella macchina; inoltre, il tutto è stato irrobustito per resistere alle sollecitazioni derivate dal diverso materiale trattato, a causa di queste forti sollecitazioni la macchina si usura velocemente e le rotture sono frequenti. Il modello è stato scelto per le sue dimensioni: con una larghezza di 1.90 m permette, infatti, di entrare anche nei vitigni intensivi del Veneto (in altre zone, come ad esempio l'Emilia, si è optato per il modello R12 perché la distanza tra le file è maggiore). La rotopressa produce balle di sarmenti da 100 per 120 cm; poi un trattore di piccola taglia passa per i filari raccogliendo e portando fuori le balle che vengono quindi caricate su di un rimorchio grazie al lavoro di carrello elevatore.

Ogni balla ha un peso tra i 2 e 2.5 quintali; la differenza è data soprattutto dal contenuto di umidità: la raccolta avviene tra dicembre e marzo, si può perciò notare una differenza tra i diversi periodi in termini di umidità del legno e di conseguenza del peso delle balle. Tale processo è quello adottato dall'azienda Agrienergy e permette la raccolta dei sarmenti di vite e il loro possibile recupero energetico ad un costo di circa 55-60 €/ton (in accordo con gli studi sull'argomento fatti dall'ente nazionale per la meccanizzazione agricola) e risulta il metodo migliore dopo uno studio di alcune alternative. Una volta portate in centrale, le balle di sarmenti vengono aperte e i sarmenti trinciati finemente al fine di permettere un'ottimale combustione in caldaia.

Tra le alternative testate e scartate possiamo citare l'uso, in cantiere, di una trinciatrice che permetta di produrre direttamente cippato di vite pronto per la combustione. I contro di questa modalità sono legati per lo più al fatto che in balle gli scarti della potatura risultano essere più compatti del cippato, comportando un risparmio in termini di trasporto.





# Capitolo 3

## Quadro normativo

Questo capitolo è dedicato ad una visione delle norme più importanti in vigore per la realizzazione e gestione di impianti finalizzati alla produzione di energia da fonte rinnovabile. Si farà particolare attenzione alle norme che riguardano le biomasse, tralasciando quelle relative alle altre tipologie di impianti e fonti, ai fini dello studio che si vuole intraprendere.

### 3.1. Evoluzione delle politiche europee e nazionali

Primo fra tutti e di fondamentale importanza è stato il *Protocollo di Kyoto* (1997), un trattato internazionale in materia di ambiente, che pone l'accento su diversi aspetti legati all'uso equo di fonti rinnovabili e sul risparmio energetico, con attenzione al riscaldamento globale e alla riduzione delle emissioni di gas effetto serra. È stato redatto da più di 180 paesi l'11 dicembre 1997, ma è entrato in vigore solo il 16 febbraio 2005 dopo la sottoscrizione della Russia: infatti, il trattato prevedeva che venisse ratificato da almeno 55 nazioni responsabili di almeno il 55% delle emissioni di gas serra di origine antropica).

L'Unione Europea ha assunto un ruolo trainante in questa iniziativa mondiale, intervenendo dal 1997 con il *Libro bianco delle rinnovabili* (COM(97)599), grazie al quale si mirava a raddoppiare i livelli di energia prodotta da fonti rinnovabili rispetto al '97, cercando di raggiungere entro il 2010, il 12% di energie rinnovabili negli usi finali. Questo documento fu la base della *DIR 2001/77 CE* che pose degli obiettivi indicativi nazionali conciliabili con quello che era l'obiettivo globale pari al 12% del consumo intero lordo di energia entro il 2010 (tale normativa è stata abrogata il 01/01/2012).

Con la *DIR 2004/8 CE* si mirava ad accrescere l'efficienza dei processi di produzione di energia attraverso un quadro che promuovesse lo sviluppo della Cogenerazione ad alto rendimento.

Con il *Piano di azione per la biomassa* (COM(2005)628) la Commissione delle Comunità Europee definisce delle misure con lo scopo di promuovere l'impiego della biomassa per il riscaldamento, la produzione di energia elettrica e il trasporto; oltre a ciò, sono presenti misure criteri per l'approvvigionamento, la ricerca e il finanziamento in tal settore.

Nel 2006 inizia una Programmazione Europea comune per una nuova politica energetica con *Il libro verde sulla strategia europea per un'energia sostenibile, competitiva e sicura*; nel 2007, con la comunicazione della Commissione delle Comunità Europee *COM(2007)1*, il tema dell'energia e della lotta al cambiamento climatico viene finalmente messo al centro delle politiche europee.

Il 09 marzo 2007 il consiglio europeo adotta un piano di azione globale nel settore energetico per il periodo 2007-2009: tale piano coinvolge diversi fattori prioritari come l'aumento della competitività del mercato interno, la sicurezza dell'approvvigionamento, la politica energetica internazionale e le tecnologie energetiche; e infine, invita la Commissione a predisporre delle misure adeguate.

Ne consegue la comunicazione *COM(2008)30* dove vengono sottoscritti due obiettivi vincolanti:

- La quota del 20% di energie rinnovabili sul totale dei consumi agli usi finali di energia dell'UE entro il 2020;
- Quota minima del 10% di biocarburanti nel totale dei consumi di benzina e gasolio per l'autotrazione entro il 2020.

La comunicazione della Commissione comprende quindi una serie di proposte direttive strettamente legate tra loro:

- una proposta direttiva sulla promozione delle energie da fonti rinnovabili, con un sistema di ripartizione degli impegni tra stati membri;
- una proposta di correzione della direttiva sul sistema comunitario di scambio delle quote di emissione;
- una proposta relativa alla riduzione di gas ad effetto serra in altri settori oltre a quello di produzione dell'energia;
- una proposta per presentare un quadro normativo adeguato circa la cattura e l'immagazzinamento del carbonio;
- una valutazione dell'impatto economico delle diverse proposte.

Con l'approvazione di tali proposte nel dicembre 2008 da parte del Parlamento e nell'aprile 2009 da parte del Consiglio viene approvato il cosiddetto *Pacchetto clima-energia* o *Pacchetto "20-20-20"* composto da sei provvedimenti:

- 1) Riduzione delle emissioni di anidride carbonica delle autovetture (*Reg(CE) 443/2009*).

- 2) Aumento della quota di energia da fonti rinnovabili fino al 20% sul consumo finale lordo al 2020 e fino al 10% nei trasporti (*DIR 2009/28/CE*).
- 3) Revisione del sistema di scambio delle emissioni di gas effetto serra (*DIR 2009/29/CE*).
- 4) Diminuzione dei gas effetto serra derivanti dal ciclo di vita dei combustibili (*DIR 2009/30/CE*).
- 5) Cattura e stoccaggio geologico della CO<sub>2</sub> (*DIR 2009/31/CE*).
- 6) Ripartizione tra gli stati membri degli sforzi comunitari per la riduzione delle emissioni di gas effetto serra e la conferma dell'obiettivo di migliorare l'efficienza energetica del 20% (*DIR 2009/406/CE*) come già indicato dal *Piano di azione per l'efficienza energetica* (*COM(2006)545*).

### 3.1.1. La *DIR 2009/28/CE*

La direttiva *DIR2009/28/CE* è responsabile della realizzazione di un quadro comune per l'avanzamento dell'energia da fonti rinnovabili nei settori dell'energia elettrica, termica (riscaldamento/raffreddamento) e dei trasporti. Inoltre, questa direttiva stabilisce due obiettivi vincolanti al 2020, ovvero soddisfare il 20% del consumo totale di energia negli usi finali in Europa con elettricità prodotta da fonti rinnovabili; a tal fine, per ogni Stato membro è stato prefissato un obiettivo nazionale specifico, per l'Italia tale valore è pari al 17%; il secondo punto prevede invece di soddisfare, sempre al 2020, il 10% del consumo di energia nel settore dei trasporti con fonti rinnovabili.

Nel 2010 ogni Stato membro ha presentato alla Commissione Europea il proprio Piano di Azione Nazionale (PAN) su cui è presente il percorso da attuare al fine di raggiungere gli obiettivi prefissi. Sebbene gli obiettivi assegnati finali siano vincolanti, non lo sono quelli intermedi per garantire agli Stati membri libertà di manovra e flessibilità.

Come previsto, quindi, nel luglio 2010 l'Italia ha presentato il proprio PAN alla Commissione Europea, programmando un incremento dell'energia da fonti rinnovabili di circa 15Mtep, di cui quasi la metà derivante da uno sfruttamento di biomasse, ripartiti tra i settori dell'elettricità, dei trasporti e del riscaldamento e raffreddamento tenendo conto degli effetti delle misure relative all'efficienza.

	<b>2005</b> <b>[Mtep]</b>	<b>2020</b> <b>[Mtep]</b>	<b>Differenza</b> <b>[Mtep]</b>	<b>Differenza</b> <b>[%]</b>
<b>Consumi totali di energia</b>	141.2	131.2	-10.0	-7.1
- <b>di cui da fonti rinnovabili</b>	6.9	22.3	+15.4	+221.4
- <b>di cui da Biomasse</b>	2.2	9.8	+7.6	+336.6
<b>% da Fonti Rinnovabili su Consumi totali</b>	4.9%	17.0%		
<b>% da Biomasse su Consumi Totali</b>	1.6%	7.5%		

*Tabella 1 - Obiettivi previsti dal PAN (ENAMA - Biomasse ed energia, quadro normativo, 2011)*

La strategia del Governo italiano, riassunta nel PAN, prevede un aggiornamento del quadro normativo esistente, un'analisi degli strumenti di incentivazione e per raggiungere degli obiettivi fissati propone:

- l'aumento della quota minima di energia elettrica da fonte rinnovabile da immettere sul mercato (con tempi e modi idonei al raggiungimento degli obiettivi);
- il riesame periodico dei fattori che incidono sugli incentivi, per tenere conto delle previste riduzioni dei costi dei componenti e degli impianti al fine di incrementare la base produttiva con attenzione all'impatto economico nel settore;
- la riduzione programmata degli incentivi, l'applicazione di nuove tariffe per gli impianti che entrano in esercizio almeno un anno dopo l'introduzione delle stesse;
- il miglioramento degli attuali sistemi di controllo degli scambi e di informazioni sui prezzi, con lo sviluppo di un mercato di titoli ambientali, che favorisca strategie economiche più lungimiranti;
- per le biomasse, l'introduzione di priorità di destinazione, favorendo per la produzione di energia elettrica le biomasse rifiuto, preferibilmente in uso cogenerativo.

Il decreto legislativo 3 marzo 2011, n.28 concerne l'attuazione della direttiva 2009/28/CE sull'avanzamento dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili e reca modifiche alle direttive 2001/77/CE sulla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili

nel mercato interno dell'elettricità e 2003/30/CE sulla promozione dell'uso dei biocarburanti o di altri carburanti rinnovabili nei trasporti, con la successiva abrogazione. Il *D.Lgs.28/2011* spiega gli strumenti, i meccanismi, gli incentivi e il quadro giuridico e finanziario necessario al raggiungimento degli obiettivi prefissati; inoltre, regola i trasferimenti delle quote di energia da fonte rinnovabili tra gli Stati membri e i progetti comuni tra Stati membri e paesi terzi, le procedure amministrative e di formazione, oltre che informative, legate all'accesso alla rete elettrica e alla sostenibilità per i biocarburanti.

La procedura di approvazione del decreto non è stata per nulla semplice: l'obiettivo era di raggiungere le mete predefinite al 2020 ma si voleva evitare di gravare troppo sulla componente A3 della bolletta elettrica, infatti, tale voce è in parte responsabile della copertura finanziaria del sistema di incentivazione delle rinnovabili. Senza entrare nel dettaglio, il provvedimento si occupa di molteplici temi legati alla produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile, ma anche delle autorizzazioni, di altri tipi di reti energetiche (quali la rete del gas, reti di teleriscaldamento, etc.), dei regimi di sostegno e della sostenibilità di biocarburanti.

### **3.2. Normativa ambientale**

L'ambito ambientale e gli effetti ambientali connessi alla costruzione di nuovi impianti per la produzione di energia sono tutti materia del *Decreto legislativo 152/2006* cosiddetto *Testo Unico Ambientale*, costituito di sei parti:

- Inquadramento generale;
- Procedure per la Valutazione Ambientale Strategica (VAS), per la Valutazione di Impatto Ambientale (VIA) e per l'Autorizzazione Integrata Ambientale (AIA);
- Norme in materia di difesa del suolo e lotta alla desertificazione, di tutela delle acque dall'inquinamento e di gestione delle risorse idriche;
- Norme in materia di gestione dei rifiuti e bonifica dei siti inquinati;
- Norme in materia di tutela dell'aria e riduzione delle emissioni in atmosfera;
- Norme in materia di tutela risarcitoria contro i danni all'ambiente.

In questo testo, quindi, vengono leggermente approfondite le parti legate allo sfruttamento e alla produzione della biomassa. Ai sensi della seconda parte e dei relativi allegati, gli impianti di produzione di energia sono soggetti alla procedura di Valutazione di Impatto Ambientale gli impianti di produzione di energia, distinguendo diversi casi:

- Centrali termiche ed altri impianti di combustione con potenza termica almeno pari a 300MW sono di competenza statale;

- Impianti termici per la produzione di en. elettrica, vapore e acqua calda con potenza termica superiore a 150MW sono di competenza regionale;
- Impianti termici per la produzione di en. elettrica, vapore e acqua calda con potenza termica complessiva superiore a 50MW sono sottoposti alla Verifica di Assoggettabilità di competenza regionale.

L'articolo 22, sempre della seconda parte, definisce gli elementi chiave di una valutazione di impatto ambientale, cioè una descrizione del progetto con informazioni relative alle sue caratteristiche, alla locazione e alle sue dimensioni; non solo, sottolinea anche le misure che si intendono adottare per eliminare o quantomeno ridurre gli impatti negativi previsti, raccoglie i dati necessari per individuare e valutare le principali conseguenze sull'ambiente e sul patrimonio culturale, e descrive sommariamente le principali alternative e una descrizione dei sistemi di monitoraggio.

Proseguendo con la lettura del *D.LGS. 152/2006*, all'articolo 180 della quarta parte del testo si promuove in via prioritaria la prevenzione e la riduzione della produzione e della nocività dei rifiuti; perciò, ai fini di una corretta gestione dei rifiuti, all'art 181 viene descritto come le autorità competenti favoriscono la riduzione dello smaltimento finale degli stessi, citandone una parte, si prevede avvenga anche attraverso: "l'utilizzazione dei rifiuti come combustibile o come altro mezzo per produrre energia".

L'articolo 182, modificato dal *Decreto legislativo 91/2014*, aggiunge al comma 6 il comma 6-bis che prescrive le attività di raggruppamento e abbruciamento in piccoli cumuli e in quantità giornaliere non superiori a tre metri steri per ettaro dei materiali vegetali, effettuate nel luogo di produzione; queste costituiscono normali pratiche agricole consentite per il reimpiego dei materiali come sostanze concimanti o ammendanti, e non come attività di gestione dei rifiuti. Rimane però vietata la combustione dei residui vegetali agricoli e forestali nei periodi di rischio per gli incendi boschivi (dichiarato dalle regioni). Inoltre i comuni e le altre amministrazioni competenti in materia ambientale possono sospendere, rinviare o vietare la combustione del materiale sopra citato in condizioni climatiche, ambientali o meteorologiche sfavorevoli e in rispetto ai limiti annuali di produzione delle polveri sottili (PM10).

L'articolo 183 dà la definizione di *rifiuto*: "qualsiasi sostanza od oggetto che rientra nella categoria riportate nell'allegato A alla quarta parte del presente decreto e di cui il detentore si disfi o abbia deciso o abbia l'obbligo di disfarsi"; e *sottoprodotto*: "sono sottoprodotti le

sostanze ed i materiali dei quali il produttore non intende disfarsi ai sensi dell'articolo 183, comma 1 lettera a, che soddisfano tutti i seguenti criteri, requisiti e condizioni:

- siano originati da un processo non direttamente destinato alla loro produzione;
- il loro impiego sia certo, sin dalla fase della produzione, integrale e avvenga direttamente nel corso del processo di produzione o di utilizzazione preventivamente individuato e definito;
- soddisfino requisiti merceologici e di qualità ambientale idonei a garantire che il loro impiego non dia luogo ad emissioni e ad impatti ambientali qualitativamente e quantitativamente diversi da quelli autorizzati per l'impianto dove sono destinati ad essere utilizzati;
- non debbano essere sottoposti a trattamenti preventivi o a trasformazioni preliminari per soddisfare i requisiti merceologici e di qualità ambientale di cui al punto 3, ma posseggano tali requisiti sin dalla fase della produzione;
- infine, abbiano un valore economico di mercato.”.

All'art. 185, invece, vengono definiti specificatamente sottoprodotti: “materiali fecali e vegetali provenienti da attività agricole utilizzati nelle attività agricole o in impianti aziendali o interaziendali per produrre energia o calore”.

Questo risulta importante perché in base al fatto che le biomasse vengano classificate come rifiuti o sottoprodotti cambiano considerevolmente le condizioni di autorizzazione e gestione. In conclusione, il titolo V definisce le modalità di autorizzazione alle emissioni in atmosfera per tutti gli impianti. L'art.269 definisce le autorizzazioni alle emissioni in atmosfera, in particolare tutti gli impianti che producono emissioni necessitano di un'autorizzazione; così, il gestore che intende installare un impianto deve presentare una domanda di autorizzazione all'autorità competente assieme al progetto dell'impianto in cui sono descritte la specifica attività a cui l'impianto è destinato, le tecniche scelte per ridurre le emissioni, le modalità di esercizio e la quantità, la qualità, il tipo e le caratteristiche merceologiche dei combustibili di cui si prevede l'utilizzo; infine va allegata una relazione tecnica che descrive il periodo previsto tra la messa in esercizio e la messa a regime dell'impianto.

Tale autorizzazione ha una durata quindicennale e regola come devono essere gestite le emissioni. Il comma 14 stabilisce che non sono sottoposti ad autorizzazioni gli impianti di combustione, compresi i gruppi elettrogeni a cogenerazione, di potenza termica nominale

inferiore a 1 MW, alimentati a biomasse (di cui all'Allegato X<sup>1</sup>), a gasolio, come tale o in emulsione, o a biodiesel.

Agli articoli 270 e 271, infine, è regolato il convogliamento delle emissioni e i valori limite di emissione.

### **3.3. Realizzazione degli impianti**

Come riportato dal sito del Gestore Servizi Energetici (GSE), la direttiva europea 2009/28/CE, al fine di favorire lo sviluppo delle fonti rinnovabili, ha chiesto agli Stati membri di semplificare e accelerare le procedure autorizzative, inoltre la convalida delle *Linee Guida nazionali per l'autorizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili* e del *D.lgs 28/2011 (Attuazione della direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE.)* ha riscritto l'intero quadro delle autorizzazioni per gli impianti di produzione di energia da fonti rinnovabili in Italia.

Allo scopo di accordare gli iter procedurali regionali sono poi state approvate le Linee Guida con il *D.m.10 settembre 2010*, nel rispetto delle autonomie e delle competenze delle amministrazioni locali. Infine con il *D.lgs. 28 del 3 marzo 2011* sono state introdotte misure di semplificazione e razionalizzazione dei procedimenti amministrativi.

Attualmente gli iter procedurali regolati dalla normativa vigente per la realizzazione di impianti energetici a fonte rinnovabile sono:

- Autorizzazione Unica (AU) – provvedimento per l'autorizzazione di impianti di produzione dell'energia elettrica di potenza superiore a quelle prefissate di soglia (per le biomasse tale soglia è pari a 200 kW per la produzione di energia elettrica). Il rilascio, a seguito di un eventuale valutazione di impatto ambientale è di competenza delle Regioni o Province da esse delegate.
- Procedura Abilitativa Semplificata (PAS) – procedura introdotta a sostituzione della DIA (Denuncia di Inizio Attività), tale procedura è idonea a impianti di potenza inferiore a determinati valori di soglia e per alcune tipologie di impianti per la produzione di caldo e di freddo. Il PAS va presentato in Comune, allegando una relazione dettagliata, un

---

<sup>1</sup> L'Allegato X prevede, tra i diversi combustibili consentiti materiale vegetale prodotto da coltivazioni dedicate, materiale vegetale prodotto da trattamento esclusivamente meccanico di coltivazione agricole non dedicate, materiale prodotto da interventi selvicolturali, da manutenzione forestale e da potatura; inoltre la conversione energetica della biomassa può essere effettuata attraverso la combustione diretta, ovvero previa pirolisi o gassificazione.



attestato di compatibilità con gli strumenti urbanistici e i regolamenti edilizi vigenti, etc., 30 giorni prima dell'inizio dei lavori. Passato tale termine è possibile procedere con l'inizio dei lavori avvalendosi del meccanismo del silenzio assenso. Per le biomasse si attua la Procedura Abilitativa Semplificata per impianti operanti in assetto cogenerativo fino a 1000 kWe = 3000 kWt e impianti al di sotto della soglia di 200 kWe.

- Comunicazione al Comune – prevista per alcune tipologie di piccoli impianti assimilabili ad attività di edilizia libera. Per le biomasse la Comunicazione al comune viene attuata per impianti operanti in assetto cogenerativo fino a 50 kWe e qualsiasi impianto compatibile con il regime di Scambio sul Posto.

Per quanto riguarda impianti per la produzione di sola energia termica da fonti rinnovabili diversi dal solare termico o dal geotermico, sono soggetti alla sola Comunicazione al Comune se vengono realizzati negli edifici esistenti o negli spazi liberi annessi e se sono destinati unicamente alla produzione di acqua calda e aria per i medesimi edifici.

In materia di energia, in base alla *Legge Costituzionale 3/2001* Stato e Regioni collaborano nell'elaborare una normativa di riferimento, più precisamente lo Stato definisce i principi fondamentali mentre le Regioni e le Province Autonome emanano leggi nel rispetto degli indirizzi statali. Per le concessioni semplificate (PAS e Comunicazione al Comune) l'ente di riferimento è il Comune, mentre per l'Autorizzazione Unica l'ente preposto è la Regione, che ha la facoltà di delegare tale funzione alle Province.

### **3.4. Iter di connessione alla rete e cessione dell'energia**

Il servizio di connessione alla rete è regolato dall'Autorità per l'energia elettrica, il gas e il sistema idrico ed è fornito dai gestori di rete con l'obbligo di connessione di terzi. Attualmente il testo di riferimento è la delibera ARG/elt 99/2008 che nell'allegato A (*TICA- Testo integrato delle connessioni attive*) salda le modalità di unione alla rete.

Come già definito, prestando attenzione alle sole norme legate allo sfruttamento della biomassa l'art.6 definisce come le richieste di nuovi allacciamenti devono essere presentate (dopo il versamento di un contributo per l'ottenimento del preventivo) all'impresa distributrice locale per potenze inferiori a 10 MW o a Terna per potenze superiori a tal valore. Il preventivo richiesto all'ente responsabile dell'allacciamento deve presentare l'elenco delle opere strettamente necessarie alla realizzazione fisica della connessione che il richiedente è tenuto a

rendere disponibili sul punto di connessione infine deve indicare un corrispettivo per la connessione.

L'articolo 7 definisce le condizioni procedurali per impianti diversi da quelli fotovoltaici, nello specifico tratta il preventivo e le procedure per la connessione; infine all'articolo 24, invece, sono fissati i livelli di tensione a cui è erogato il servizio di connessione che varia in funzione alla potenza prodotta e immessa in rete. La connessione è in bassa tensione fino a 100 kW e media tensione fino ai 6000kW.

Diversi casi di produzione dell'energia elettrica da fonti rinnovabili vedono una importante differenza tra l'energia prodotta e quella immessa nella rete; perciò, risulta importante essere a conoscenza di entrambi i dati, soprattutto in caso di meccanismi incentivanti che riguardano l'energia prodotta e non solo quella immessa nella rete. Con la delibera 654/2015/R/eel viene approvata la regolazione tariffaria dei servizi di trasmissione, distribuzione e misura dell'energia elettrica per il periodo 2016-2023 e più precisamente il *Testo integrato delle disposizioni per l'erogazione dei servizi di trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica (TIT)* per il periodo 2016-2019. Gli strumenti di misura dell'energia prodotta devono essere disposti all'interno della proprietà del produttore, dopo i servizi ausiliari e vicino ai morsetti del generatore, infine devono essere equipaggiati con idonei dispositivi antifrode.

In seguito alla liberalizzazione del mercato dell'energia elettrica la vendita della stessa può avvenire secondo i seguenti modi:

- Libero mercato dell'energia, modalità che prevede la vendita dell'energia da parte del produttore di energia da fonti rinnovabili secondo due modalità. La prima prevede la vendita a grossisti secondo accordi bilaterali, si tratta quindi di un accordo tra le parti di carattere privatistico e normato da un contratto in cui si definiscono oggetto, prezzo, etc.; tali accordi devono essere registrati sulla piattaforma del Gestore dei Mercati Energetici (GME). La seconda modalità prevede il sistema della borsa elettrica, un vero e proprio mercato borsistico gestito dal GME dove il prezzo di equilibrio, differente per zona e orario di riferimento, è funzione della domanda e offerta di energia.
- Ritiro dedicato, modalità semplificata che consiste nella consegna dell'energia elettrica al Gestore dei Servizi Energetici che risponde con una remunerazione in funzione dei kWh ritirati. Si può accedere a tale opzione se la potenza apparente nominale è inferiore a 10 MVA per centrali alimentate da fonti rinnovabili, comprese la produzione imputabile delle centrali ibride.

- Scambio sul posto, specifica modalità di valorizzazione dell'energia elettrica che prevede, da parte del produttore una particolare forma di autoconsumo, infatti l'energia elettrica prodotta non viene direttamente autoconsumata ma immessa nella rete per poi essere prelevata in un momento differente da quello in cui avviene la produzione. Tale modalità, in seguito ad una richiesta al GSE, permette di ottenere una compensazione tra il valore economico dell'energia elettrica prodotta e immessa nella rete e il valore economico teorico associato all'energia elettrica prelevata e consumata.
- Tariffe feed-in, le quali considerano già sia il prezzo di vendita che il regime di sostegno concesso, per i regimi incentivanti si rimanda al paragrafo successivo.

### 3.5. Regimi di sostegno

Il sistema di incentivazione degli impianti di produzione dell'energia elettrica da fonti rinnovabili, differenti dal solare fotovoltaico e con potenza non inferiore a 1kW, sono stabilite dal *DM 23/06/16*. Tale decreto si attua a tutti gli impianti nuovi, integralmente ricostruiti, riattivati, etc. entrati in servizio dal 01/01/2013 mentre possono continuare a richiedere l'accesso agli incentivi del *DM 06/07/12* tutti gli impianti entrati in esercizio tra il 31 maggio e il 29 giugno 2016 che abbiano presentato domanda di accesso diretto entro 30 giorni dalla data di esercizio e gli impianti iscritti in posizione utile nelle graduatorie delle Procedure d'Asta e Registro ai sensi del *DM 06/07/12*.

Le modalità di accesso agli incentivi prevedono:

- l'accesso diretto, per gli impianti alimentati a biomassa (intesa come sottoprodotti provenienti da attività agricola, di allevamento, dalla gestione del verde e da attività forestale quali residui di campo delle aziende agricole), di potenza fino a 200 kW (art.4, comma 3, c). Per i soli impianti a biomasse e biogas di potenza non superiore a 1 MW e solo nel caso di alimentazione con biomassa della lettera b)<sup>2</sup> congiuntamente a biomasse della lettera a)<sup>3</sup> con una percentuale non superiore al 30% in peso, il GSE attribuisce all'intera produzione la tariffa incentivante di minor valore tra quelle possibili in base alla tipologia di alimentazione dell'impianto.
- L'iscrizione ai registri, in modo da rientrare nei valori annui di potenza prefissati nel caso di impianti di potenza superiore a quella ammessa per l'accesso libero. Il soggetto deve richiedere l'iscrizione al Registro informatico relativo alla tipologia di impianto e

---

<sup>2</sup> Sottoprodotti di origine biologica di cui alla Tabella 1-A.

<sup>3</sup> Prodotti di origine biologica.

fonte rinnovabile corrispondente per il quale intende ricevere gli incentivi, il GSE, entro 60 giorni dalla chiusura dei registri pubblicherà nel proprio sito i diversi impianti secondi i seguenti criteri di priorità: prima gli impianti di proprietà di aziende agricole, alimentati a biomasse o biogas di cui all'art.8 comma 4 a)<sup>3</sup> e b)<sup>2</sup> di potenza non superiore a 600 kW; quindi impianti a biomassa e biogas alimentati dalla tipologia di cui all'art. 8 comma 4 b)<sup>2</sup>; (...).

Sono quindi ammessi ai meccanismi di incentivazione gli impianti che rientrano nella graduatoria, nel limite dello specifico contingente di potenza. Nel caso la disponibilità del contingente per l'ultimo impianto sia inferiore al valore totale di potenza dello stesso è possibile accedere agli incentivi per la parte di potenza che rientra nel contingente.

- L'iscrizione ai registri per gli interventi di rifacimento.
- L'aggiudicazione delle procedure competitive di Asta al ribasso, gestite dal GSE per impianti con potenza superiore ad un prefissato valore di soglia, che nel caso di impianti a biomassa e di 5 MW.

Il decreto prevede quindi due meccanismi di incentivazione, alternativi ai meccanismi di *scambio sul posto* e *ritiro dedicato*, precedentemente spiegato, in funzione della potenza degli impianti stessi:

- Per impianti di potenza inferiore a 0.500 MW è prevista la *Tariffa Omnicomprensiva* data dalla somma tra la tariffa incentivante base ed eventuali premi bonus (che verranno brevemente spiegati successivamente). La tariffa incentivante bonus (che ha sostituito i *Certificati Verdi*) si calcola con la formula:

$$I = K * (180 - Re) * 0.75$$

dove: I – tariffa incentivante base;

K – coefficiente che tiene conto della fonte rinnovabile utilizzata, per biomasse e biogas prodotti da attività agricola, allevamento e forestale da filiera corta (cioè a 70 km dal punto di produzione dell'energia) è pari a 1.80;

180 – Valore di riferimento di un Certificato Verde (€/MWh)

Re – Prezzo di cessione dell'energia definito dall'Autorità, annualmente sulla base delle condizioni economiche registrate sul mercato nell'anno precedente, per il 2017 vale 43.38 €/MWh<sup>4</sup>.

---

<sup>4</sup> fonte: [www.autorità.energia.it/it/docs/17/031-17.htm](http://www.autorità.energia.it/it/docs/17/031-17.htm)

- Per impianti di potenza superiore a 0.500 MW o fino a 0.500 MW che non scelgono la soluzione precedente è previsto un incentivo calcolato come la differenza tra la tariffa incentivante base (definita sopra), a cui si sommano eventuali premi, e il prezzo zonale orario dell'energia. L'energia prodotta dagli impianti che eccedono l'incentivo resta alla disponibilità del produttore.

Tale decreto prevede un incentivo bonus di 30 €/MWh se l'impianto rispetta i requisiti di immissione in atmosfera definiti nell'allegato 5 dello stesso decreto e un premio di 40 €/MWh in caso di cogenerazione ad alto rendimento a scopo di teleriscaldamento. Gli incentivi ai sensi del *DM 06/07/12* sono del tutto simili a quelli del *DM 20/06/16* differenziandosi solo per il valore di soglia che permette di usufruire della Tariffa Onnicomprensiva pari a 1 MW invece che 0.500 MW.

### 3.6. Energie e impianti attualmente incentivati

Nel sito del Gestore Servizi Energetici, in continuo aggiornamento, è possibile consultare il Contatore FER Elettriche che fornisce i valori indicativi degli incentivi legati alla produzione dell'energia da fonti rinnovabili. Per le biomasse, a oggi<sup>5</sup>, differenziati per i diversi meccanismi di incentivazione, si possono contare:

- Individuabili nell'Incentivo (ex Certificati Verdi):

	<b>Interventi ammessi agli incentivi</b>	<b>Potenza [MW]</b>	<b>Energia incentivabile annua [MWh]</b>	<b>Costo indicativo annuo [M€]</b>
<b>Da 1 a 300 kW</b>	1	0.1	-	
<b>Da 300 a 600 kW</b>	5	2.2	1 147	
<b>Da 600 kW a 1 MW</b>	1	1.0	4 174	
<b>Da 1 a 5 MW</b>	19	56.3	180 606	
<b>Da 5 a 10 MW</b>	10	69.6	273 108	
<b>Maggiore di 10 MW</b>	40	2 003.1	3 413 260	
	76	2 132.3	3 872 294	497.3

*Tabella 2 - Interventi, potenza, energia incentivabile e costi individuabili nell'Incentivo (ex Certificati Verdi)*

<sup>5</sup> 30/06/2017

- Individuabile nella Tariffa Onnicomprensiva:

	<b>Interventi ammessi agli incentivi</b>	<b>Potenza [MW]</b>	<b>Energia incentivabile annua [MWh]</b>	<b>Costo indicativo annuo [M€]</b>
<i>Da 1 a 300 kW</i>	45	6	17 340	
<i>Da 300 a 600 kW</i>	21	8.9	26 675	
<i>Da 600 kW a 1 MW</i>	74	71.2	293 295	
	140	2 132.3	337 309	78.4

*Tabella 3 - Interventi, potenza, energia incentivabile e costi individuabili nella Tariffa Onnicomprensiva*

- Individuabile nel CPI6<sup>6</sup>:

	<b>Convenzioni</b>	<b>Potenza convenzionata [MW]</b>	<b>Energia incentivabile annua [MWh]</b>	<b>Costo indicativo annuo [M€]</b>
<i>Da 1 kW a 1 MW</i>	-	-	-	
<i>Da 1 a 5 MW</i>	3	9.4	9 468	
<i>Da 5 a 10 MW</i>	2	12.8	47 704	
<i>Maggiore di 10 MW</i>	8	264.9	1 046 808	
	13	287.1	1 103 980	133.8

*Tabella 4 - Interventi, potenza, energia incentivabile e costi individuabili nel CPI6*

<sup>6</sup> Provvedimento del Comitato Interministeriale Prezzi adottato nel 1992 nata per promuovere l'energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili e assimilate, quali impianti di cogenerazione, di uso del calore residuo etc.

- Individuabili ai sensi del DM 06/07/12:

	<b>Interventi ammessi agli incentivi</b>	<b>Potenza [MW]</b>	<b>Energia incentivabile annua [MWh]</b>	<b>Costo indicativo annuo [M€]</b>
<i>Da 1 a 300 kW</i>	157	20.3	58 738	
<i>Da 300 a 600 kW</i>	1	0.5	2	
<i>Da 600 kW a 1 MW</i>	14	13.5	59 351	
<i>Da 1 a 5 MW</i>	-	-	-	
<i>Da 5 a 10 MW</i>	-	-	-	
<i>Maggiore di 10 MW</i>	5	84.7	309 659	
	177	119	427 750	43.1

*Tabella 5 - Interventi, potenza, energia incentivabile e costi ai sensi del DM 06/07/12*

- Individuabili ai sensi del DM 23/06/16:

	<b>Interventi ammessi agli incentivi</b>	<b>Potenza [MW]</b>	<b>Energia incentivabile annua [MWh]</b>	<b>Costo indicativo annuo [M€]</b>
<i>Da 1 a 300 kW</i>	62	8.4	25 977	
<i>Da 300 a 600 kW</i>	-	-	-	
<i>Da 600 kW a 1 MW</i>	3	3.0	13 012	
<i>Da 1 a 5 MW</i>	1	5.0	27 093	
<i>Da 5 a 10 MW</i>	-	-	-	
<i>Maggiore di 10 MW</i>	-	-	-	
	66	16.4	66 082.3	10.1

*Tabella 6 - Interventi, potenza, energia incentivabile e costi individuabili ai sensi del DM 23/06/16*

Per un costo indicativo medio annuo di 762.7 milioni di euro.





# Capitolo 4

## Sarmenti, valorizzazione e produzione di energia

Come spiegato nei capitoli precedenti, questo studio si focalizzerà sulla valorizzazione energetica dei sarmenti di vite, altrimenti considerati rifiuto. Il capitolo che segue vuole dare una panoramica sulle tecnologie prese in considerazione per la produzione di energia da biomassa.

Lo sfruttamento energetico della biomassa può avvenire per tre vie: combustione, gassificazione e pirolisi. Il primo processo sarà descritto successivamente entrando più nel dettaglio in quanto più interessante per lo studio in oggetto; la gassificazione è un processo di degradazione termica in presenza di un elemento ossidante esterno, quale aria, ossigeno, vapore, etc., avviene a temperature comprese tra gli 800 e i 1000°C, e si produce un gas di sintesi chiamato syngas. Infine, la pirolisi è un processo di degradazione termica in assenza di agenti ossidanti, con la conseguente produzione di catrame, carbone ad alto contenuto di carbonio e una miscela di gas ricca di CO e CO<sub>2</sub>.

### 4.1. Produzione di energia termica mediante combustione

La combustione del legno o, in questo caso, di sarmenti di vite può dividersi sostanzialmente in tre fasi: essiccazione, degradazione termica e combustione vera e propria. L'essiccazione è il processo in cui l'acqua contenuta nella biomassa assorbe calore ed evapora; la temperatura necessaria è inferiore ai 100°C, ma essendo l'essiccazione un processo endotermico si nutre del calore presente nella camera di combustione, abbassandone la temperatura; la combustione non riesce ad autosostenersi se il *contenuto idrico* (M) della biomassa è superiore al 60%.

Tale parametro è dato dal rapporto tra la massa di acqua presente nel legno ( $m_{H_2O}$ ) e la massa di legno fresco ( $m_{legno\ fresco}$ ) ed è fondamentale perché impiegato nella compravendita di combustibili legnosi data la sua importanza per un corretto dimensionamento dei volumi della geometria della caldaia e delle masse d'aria necessarie ad una buona combustione. Il combustibile, infatti, necessita di un tempo sufficiente per garantire la combustione completa dei gas formatosi durante il processo.

$$M = \frac{m_{H_2O}}{m_{legno\ fresco}}$$

Possiamo definire *Umidità del legno* (U) il rapporto tra la massa d'acqua e la massa di legno anidro ( $m_0$ ), ovvero la massa secca del materiale privo d'acqua:

$$u = \frac{m_{H_2O}}{m_0}$$

Se supponiamo che, appena tagliato, il legno sia costituito per la metà da acqua e per il rimanente da sostanza secca si avrà che il suo contenuto idrico è pari al 50%, mentre l'umidità dello stesso è pari al 100%; nella maggior parte dei casi, il legno fresco può avere un'umidità tra il 40 e il 200% e scende a circa al 15% per stagionatura naturale all'aria aperta, valore che è comunemente usato come valore commerciale.

La degradazione termica si svolge alla temperatura di circa 200° C e consiste nell'evaporazione della componente volatile del legno, vale a dire il 75% del legno stesso. La combustione dei gas emessi in questa fase costituiscono la parte predominante dell'energia liberata.

La combustione, infine, consta in una reazione di rapida ossidazione tra un combustibile, che nel nostro caso è la biomassa, e un comburente, che attua l'azione ossidante, generalmente svolta dall'ossigeno presente nell'aria. È un processo esotermico che comporta perciò la produzione di energia termica in funzione al combustibile utilizzato. La quantità di energia che può essere ricavata dalla combustione completa di un'unità di massa di sostanza, prende il nome di *potere calorifico superiore* (PCS), ovvero quanta energia si può estrarre dai prodotti di una combustione completa di una unità di massa (acqua (H<sub>2</sub>O) e anidride carbonica (CO<sub>2</sub>)), quando questi vengono raffreddati alla temperatura iniziale di ingresso dei reagenti. Il PCS è distinto dal *potere calorifico inferiore* (PCI) che è pari al precedente meno il calore di condensazione del vapore d'acqua e viene utilizzato più correttamente nelle valutazioni energetiche.

Il potere calorifico e il contenuto idrico della biomassa sono strettamente connessi nella relazione:

$$H_{uM} = H_{u0} * (1 - M) - 2.44 * M \quad [MJ/kg]$$

dove  $H_{uM}$  è il potere calorifico inferiore della biomassa legnosa con un contenuto idrico di  $M$ ,  $H_{u0}$  è il potere calorifico inferiore del legno anidro e 2.44 sono i MJ di calore necessari a far evaporare 1 kg di acqua. Riducendo il contenuto idrico, la stagionatura della biomassa permette

di incrementare il potere calorifico: infatti, è possibile rappresentare il PCI della biomassa in funzione del suo contenuto idrico come in Fig 10.

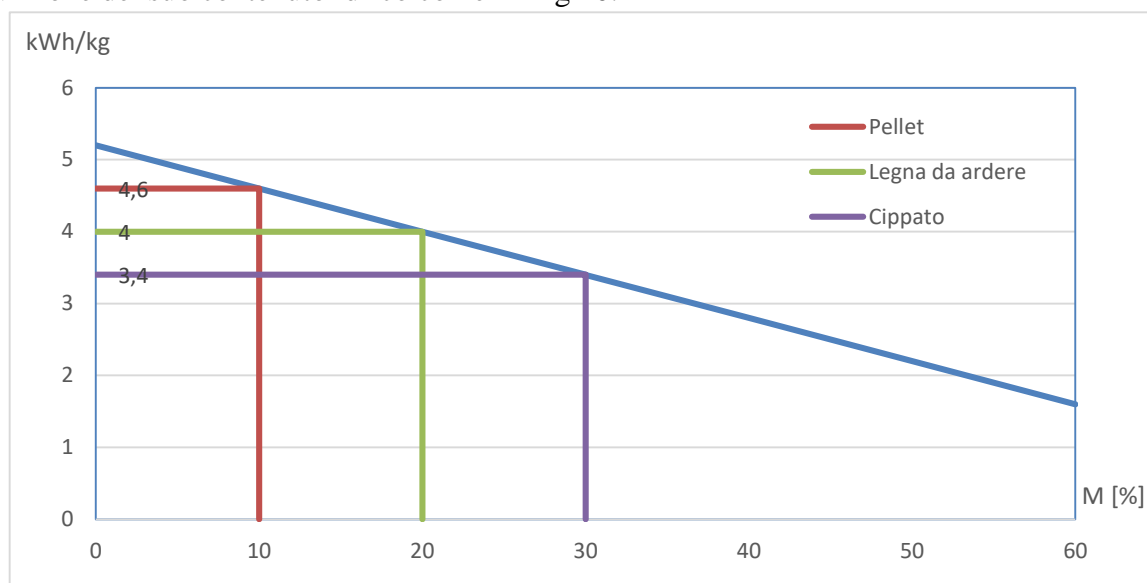


Figura 10 - PCI della biomassa in funzione del suo contenuto idrico

Per i sarmenti di vite si sono considerati i dati ottenuti dalle analisi sui sarmenti provenienti dai vigneti asserventi la Cantina di Cona, eseguite dal laboratorio di Biomasse dell'Università Politecnica delle Marche su commissione della centrale a vapore di Finale Emilia che li usa come combustibile in un mix erbaceo. I risultati sono concordi con uno studio del Dipartimento Territorio e Sistemi Agro-Forestali dell'Università di Padova, che ha analizzato dei campioni, ottenuti in seguito alla raccolta di sarmenti di un vitigno dell'area di Monteforte d'Alpone, tra le province di Verona e Vicenza, e un'analisi del 2009 supervisionata dall'Associazione Italiana Energie Agroforestali (AIEL):

	Analisi Saorin	Analisi AIEL	Analisi Università Politecnica delle Marche
<i>Contenuto idrico [%]</i>	38.3	10	16.7
<i>PCS sul secco [MJ/kg]</i>	18.85	18.67	18.975
<i>PCI stimato sul tal quale [MJ/kg]</i>	9.89	10.58	14.382

Tabella 7 - Caratteristiche dei sarmenti di vite ottenute da diversi studi.

Ai fini di una buona approssimazione, nelle simulazioni verrà utilizzato il potere calorifico inferiore determinato, nei test, dal laboratorio di Biomasse dell'Università Politecnica delle Marche perché sono i dati più recenti e quelli forniti dallo studio AIEL perché incentrato sullo sfruttamento dei sarmenti come combustibile energetico.

I biocombustibili solidi possono presentarsi in tre forme:

- Legna da ardere, dalla pezzatura<sup>7</sup> in funzione alla dimensione della bocca di carico dai 50 ai 500 mm e tenori in umidità inferiori al 50% in funzione alla stagionatura a cui è stata sottoposta la biomassa stessa; trova distribuzione quasi esclusivamente nelle applicazioni domestiche ad alimentazione manuale. È una tipologia in declino perché non dà possibilità di applicazioni automatizzate e sta venendo soppiantata da pellet e bricchetti, caratterizzati generalmente da una maggiore efficienza energetica.
- Cippato, dalla pezzatura più fine della precedente, permette l'alimentazione automatizzata in caldaia e quindi si presta bene all'applicazione industriale o a potenze più elevate del precedente caso. Le caldaie a cippato, generalmente, richiedono pezzatura molto omogenea, sia per distribuire la combustione in maniera uniforme nella caldaia che per evitare inconvenienti in coclea nella fase di carico. La geometria dei *chips* (scaglie di piccole dimensioni), in funzione alle tecniche di taglio adottate, sono tipicamente lunghi tra i 15 e 50 mm, larghi la metà e dallo spessore tra un quinto e un decimo della lunghezza (dimensione tipica 40x20x3 mm). Le tecnologie disponibili per la combustione del cippato accettano biomassa dal tenore di umidità massima pari al 50%, mentre le cippatrici lavorano ottimamente con un tenore di umidità tra il 25 e il 50%.
- Pellet, biocombustibile densificato solitamente dalla forma cilindrica e dal diametro di 6-8 mm, viene ottenuto grazie alla pressatura di biomassa polverizzata senza l'ausilio di agenti leganti. Le particolari forma, dimensione e omogeneità dei componenti permettono a questo combustibile di essere convogliato nella camera di combustione con l'uso di semplici congegni meccanici, consentendo una più semplice e automatica regolazione e dosatura. Benché questa tipologia presenti diversi vantaggi, quali l'elevata densità apparente (3 volte superiore al cippato) che ne facilita trasporto e stoccaggio, il basso contenuto di umidità che accresce il rendimento combustione ed evita fenomeni di tipo fermentativo, e un elevato potere calorifico per unità di peso, presenta dei costi di

---

<sup>7</sup> Termine utilizzato per definire dimensione e forma dei pezzi di merce (Treccani, n.d.)

produzione tali da non renderlo competitivo con il cippato per quanto riguarda lo sfruttamento di sarmenti di vite.

Diversi studi sono stati fatti in materia di cippato di vite: un particolare studio, promosso e finanziato dalla Camera di Commercio di Gorizia ha valutato il grado di conservabilità del cippato di vite tramite analisi di campioni raccolti durante la fase di stoccaggio e stagionatura, dei quali è stato misurato il contenuto idrico con una bilancia ad alta precisione che impiega il metodo dell'essiccazione a raggi infrarossi. Il cumulo di cippato, in questo caso, era stoccato vicino al centro di raccolta e coperto con un telo geotessile che permetteva la traspirazione dell'umidità presente nel legno, ma evitava infiltrazioni di acqua piovana; dopo tre mesi, il contenuto idrico si è ridotto passando dal 48% al 35%, limite per cui è possibile stoccare tale materiale con sufficiente stabilità biologica: il cumulo di cippato si presentava, infatti, omogeneo e con una presenza di ife fungine<sup>8</sup> ridotta.

Le altre tecniche di essiccazione prevedono:

- l'essiccazione diretta della materia prima in loco e in forma tal quale, per cui il grado di umidità finale può raggiungere il 40% dopo la prima stagione e il 18% dopo la seconda;
- l'essiccazione naturale della materia lavorata, cioè raccolta in cumuli di chips di altezza non superiore ai 7-8 metri, per evitare fenomeni di autocombustione a causa del naturale riscaldamento delle parti interne della biomassa (si raggiungono anche i 60° C). Biomassa particolarmente umida può essere soggetta a degradazione biologica e si possono registrare perdite di massa sopra il 5% nei primi mesi e dal terzo-quarto pari all'1-2%.
- Infine, si può attuare l'essiccazione forzata della materia lavorata attraverso l'esposizione forzata della biomassa a sorgenti di calore: tale opzione è ovviamente contrindicata, perché prevede il consumo di energia e viene messa in pratica solo in condizioni per cui l'essiccazione naturale non è sufficiente ad ottenere il tenore di umidità idoneo o in presenza di fonti di calore di scarto che altrimenti verrebbe semplicemente dissipato.

Valutando le caratteristiche chimico-fisiche e xiloenergetiche del cippato di vite si ottengono valori comparabili al legno non trattato e come si nota dalla tabella i sarmenti di vite sono caratterizzati da un contenuto di ceneri maggiore (in percentuale di sostanza secca, %s.s.), per questo si consiglia l'uso di sistemi a griglia mobile, pulizia automatica degli scambiatori e

---

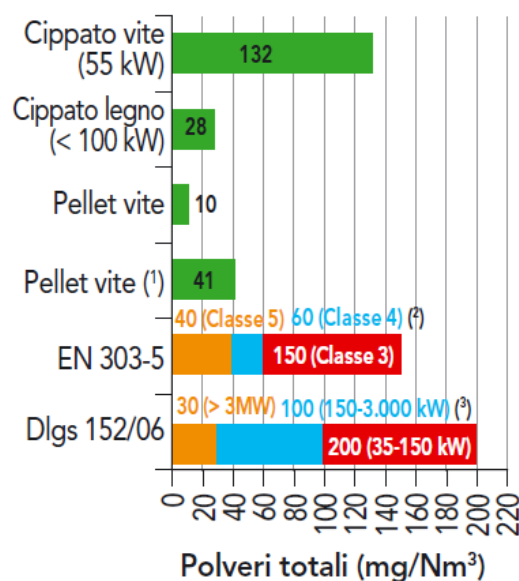
<sup>8</sup> Filamenti unicellulari o pluricellulari che formano il corpo vegetativo dei funghi (fonte: <https://it.wikipedia.org/wiki/Ifa>)

contenitori delle ceneri più capienti. Anche il contenuto di azoto e rame risulta maggiore, ma tale dato è giustificato dai trattamenti fito-sanitari fatti sull'uva.

Parametri	Cippato di vite	Legno non trattato
<b>Contenuto idrico medio (%)</b>	12.11	20.8
<b>Contenuto di ceneri (%s.s.)</b>	3.99	2.1
<b>PCI s.s. (MJ/kg)</b>	19.81	18.7
<b>Cloro (%s.s.)</b>	0.016	0.1
<b>Zolfo (%s.s.)</b>	0.02	0.1
<b>Azoto totale (%s.s.)</b>	0.88	0.3
<b>Arsenico (mg/kg)</b>	0.21	1.4
<b>Piombo (mg/kg)</b>	<2	31.3
<b>Cadmio (mg/kg)</b>	<0.3	0.6
<b>Mercurio (mg/kg)</b>	<0.1	0.1
<b>Rame (mg/kg)</b>	35	22.3
<b>Cromo (mg/kg)</b>	10	22.8
<b>Zinco (mg/kg)</b>	42	52.5
<b>Sodio (mg/kg)</b>	90	426.5

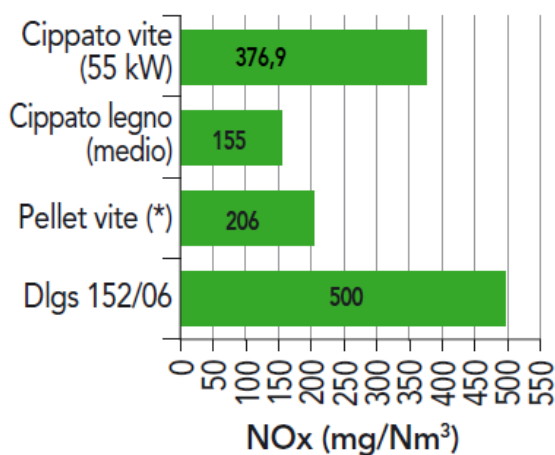
Tabella 8 - Confronto caratteristiche chimico-fisiche tra cippato di vite e legno medio non trattato(fonte:Vitis Energetica, Informatore Agrario)

Uno studio, chiamato progetto Biotec, coordinato dalla fondazione Mach e condotto dal Cnr Ivalsa, dalla Fondazione Bruno Kessler e dal progetto Vitis Energetica, dell'AIEL, nota come la combustione del cippato e del pellet di vite si presta bene alle moderne caldaie, anche di piccola taglia, rientrando nei limiti delle normative nazionali, sia in termini di ossidi di azoto (NOx) che di polveri.



(¹) Analisi condotta nel progetto Vitis Energetica Aiel. (²) Classi di qualità. (³) Limiti in base alla potenza termica dell'apparecchio.

Figura 11 - Confronto delle emissioni di polveri (fonte: informatore agrario)



(\*) Analisi condotta nel progetto Vitis Energetica Aiel.

Figura 12 - Confronto delle emissioni di NOx (fonte: informatore agrario)

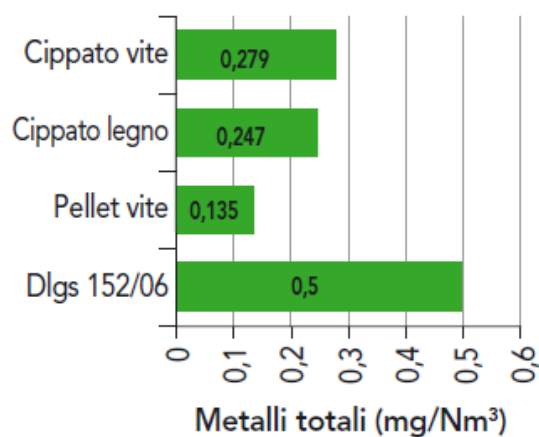


Figura 13 - Confronto delle emissioni di Metalli totali (fonte: informatore agrario)

È possibile concludere che la biomassa proveniente dai sarmenti di vite può essere usata senza rischi per l'ambiente e per la salute umana.

## 4.2. La caldaia

Una buona combustione si basa fondamentalmente su tre fattori: il tempo di permanenza del combustibile in camera di combustione, affinché il processo avvenga completamente; la temperatura abbastanza alta da alimentare la combustione, ma non eccessivamente alta per evitare la formazione di inquinanti, come gli ossidi di azoto ( $\text{NO}_x$ ); infine, la turbolenza dell'aria iniettata, al fine di far avvenire il processo omogeneamente in ogni zona della camera, evitando così zone dalla temperatura eccessiva o dove la combustione non avviene completamente, sempre allo scopo di evitare la formazione di elementi inquinanti.

È possibile valutare una serie di parametri, studiati nel tempo, che garantiscono una combustione quanto più vicina a quella completa: primo fra tutti è il valore di emissione di monossido di Carbonio (CO), che deve essere quanto più prossima allo 0 e la cui presenza nei fumi indica una combustione incompleta; la percentuale dell'ossigeno ( $\text{O}_2$ ) che dovrebbe essere tra il 5 e l'8%; la quantità di anidride carbonica ( $\text{CO}_2$ ) che dovrebbe essere prossima al valore teorico per il legno pari al 20.4%; infine, gli ossidi di azoto e di zolfo, che come già detto vengono prodotti in presenza di elevate temperature e limitati tempi di permanenza della biomassa in caldaia, vanno quanto più evitati nelle emissioni in atmosfera. In generale, l'uniformità della pezzatura del combustibile e del suo contenuto idrico (inferiore a determinati valori) garantisce una buona combustione.

La combustione di biomassa legnosa può avvenire in diverse caldaie, in funzione della pezzatura del legno stesso: gli impianti a cippato sono completamente automatizzati, risultano particolarmente indicati per i loro rendimenti analoghi alle caldaie a gas o gasolio e per non avere pressoché limiti di dimensioni, raggiungendo potenze anche di diversi MW termici. Il caricamento del combustibile è automatico, perciò queste caldaie necessitano di un locale (silo) per lo stoccaggio della biomassa pronta alla combustione, di dimensioni in grado di fornire combustibile per 1-3 giorni. Dal silo il cippato viene convogliato automaticamente per mezzo di una coclea dosatrice nella caldaia; qui, grazie all'immissione di aria primaria e secondaria, ne avverrà la combustione completa.

È possibile distinguere le caldaie a cippato in base al loro tipo di focolare, necessariamente idoneo al tipo di combustibile impiegato in quanto questo può variare di molto, in termini di caratteristiche, da una caldaia ad un'altra. Si distinguono focolari sotto alimentati, a caricamento laterale e a caduta dall'alto: il 70% sono del tipo a focolare a griglia e possono venire alimentati lateralmente o a caduta, anche se quest'ultima tipologia necessita di cippato calibrato; il 25% sono di tipo sottoalimentato e il rimanente di tipo alimentato lateralmente senza griglia con fondo a spinta. Nelle più comuni caldaie il cippato viene introdotto con l'aiuto di una coclea o di uno spintore idraulico, quest'ultimo è particolarmente raccomandato se si alimenta la caldaia con cippato grossolano. Un'ulteriore distinzione viene fatta tra le caldaie a griglia fissa e a griglia mobile.

Le prime sono generatori tra i 25 kW e i 400-500 kW, cioè piccola e media taglia, impiegati in applicazioni domestiche e piccole reti di teleriscaldamento. In questa tipologia, l'aria primaria è immessa attraverso i fori della griglia e gli iniettori posti lateralmente che delimitano il focolare; oltre ad assolvere la funzione di comburente, l'aria raffredda la griglia stessa evitando la formazione di scorie di fusione o di surriscaldamento degli elementi strutturali. L'aria secondaria è immessa da sopra e completa la combustione. Le ceneri si raccolgono in un cassetto posto sotto la griglia e vengono estratte con una coclea, che le trasporta in un contenitore più grande. In queste caldaie vengono bruciati materiali fini e a basso contenuto di umidità.

Le caldaie a griglia mobile sono caratterizzate da potenza più elevate, tra i 100 kW ed alcuni MW e vengono impiegate sia nel settore residenziale, con il teleriscaldamento, che in quello industriale. A differenza del precedente tipo, la griglia si compone di elementi mobili, piatti o scalini, che agevolano l'avanzamento del cippato nella camera di combustione. La griglia mobile permette la combustione di cippato di granulometria più grossolana e umidità maggiore



rispetto alle griglie fisse, in quanto è dotata di dispositivi che permettono una distribuzione omogenea del cippato e del letto braci sull'intera superficie della griglia; inoltre, la griglia può essere dotata di sistemi di raffreddamento al fine di evitare fenomeni di fusione delle ceneri o picchi di temperatura che potrebbero danneggiare gli elementi strutturali. Si tende a dividere le fasi della combustione, separando le zone di gassificazione e ossidazione, così da evitare il rimescolamento dell'aria secondaria; più il mescolamento tra l'aria secondaria e i gas combustibili è efficace, tanto minore sarà l'aria secondaria necessaria a completare la combustione rendendo il processo più efficiente.

I sistemi più sviluppati prevedono un controllo continuo del flusso di combustibile, della combustione e una regolazione in funzione, rispettivamente, della richiesta di energia, della temperatura e della concentrazione di ossigeno nei fumi; l'accensione si effettua manualmente o, più frequentemente, automaticamente con l'ausilio di dispositivi elettrici o combustibile liquido; alcuni modelli permettono anche il mantenimento delle braci per una riaccensione più veloce.

In termini di sicurezza vengono installati dispositivi che impediscono altrimenti possibili ritorni di fiamma dalla caldaia al silo di stoccaggio: in genere, gli impianti a cippato prevedono una tramoggia di caduta della biomassa interposta tra due coclee differenti, così da interrompere la continuità fisica del flusso di cippato; il flusso viene interrotto anche da una serranda tagliafiamma o da una valvola stellare che, in caso di emergenza, tiene i due ambienti separati permanentemente. Inoltre, una valvola di sicurezza termica, collegata direttamente all'acquedotto, può essere montata nella parte terminale della coclea per immettere, in caso di necessità, acqua nel canale della coclea arrestando l'eventuale avanzamento delle fiamme.

Il cippato è solitamente posto su di un ambiente rettangolare dotato di un sistema di estrazione a rastrelli, può quindi essere presente una coclea di caricamento o uno spintore idraulico. L'estrattore si compone di uno o più binari, a debita distanza l'uno dagli altri, in cui scorrono dei rastrelli azionati da pistoni oleodinamici; i rastrelli sono cuneiformi e convogliano il cippato su di una cunetta, all'interno della quale è posta una coclea o un trasportatore a nastro che alimenta la caldaia.

Per quanto riguarda il dimensionamento, il silo deve sostenere la caldaia per un periodo di autonomia di circa 15-20 giorni d'inverno, considerato che il consumo medio giornaliero di un generatore di calore può essere calcolato dall'energia erogata; quindi, noti il potere calorifico inferiore del combustibile e la sua massa sterica, si può prendere per discretamente precise queste stime sul consumo di cippato all'anno:

$$Potenza [kW] * 2.5 = Consumo di legno tenero, P45, M30 \left[ \frac{mrs}{anno} \right]$$

$$Potenza [kW] * 2.0 = Consumo di legno duro, P45, M30 \left[ \frac{mrs}{anno} \right]$$

dove P45 indica la granulometria, M30 il contenuto idrico della biomassa; mentre possiamo differenziare il legno duro da tenero per il rapporto tra il volume espresso in metro stereo<sup>9</sup> alla rinfusa e la massa:

- Legno tenero: 220 kg/mrs
- Legno duro: 330 kg/mrs.

Il volume del silo deve permettere, quindi, di alimentare il sistema per i giorni prefissati oltre a tenere conto della frequenza con cui il silo stesso viene rifornito.

### 4.3. La cogenerazione

Oltre alla produzione di energia termica, le caldaie possono venire integrate ad altri impianti che permettano la produzione di energia elettrica attraverso la trasformazione del calore. Nella sua totalità, la produzione di energia elettrica partendo dalla biomassa si articola, solitamente, in due fasi: la prima consiste nella generazione del calore attraverso la combustione della biomassa; la seconda prevede il trasporto di questo calore, grazie ad un vettore energetico, ad un motore esotermico che, collegato ad un generatore, produce la corrente elettrica; di fatto, quindi, il processo termico e meccanico sono separati. Solo nel caso di gassificazione avviene la produzione di calore in entrambe le fasi, in quanto nella prima è necessario alla produzione dei composti volatili, mentre la seconda consta nella combustione degli stessi all'interno del motore endotermico.

È possibile distinguere, inoltre, i motori che convertono l'energia termica in meccanica in funzione al tipo di fluido utilizzato:

- Aria calda: prodotta attraverso uno scambiatore posto in caldaia o lungo lo scarico dei fumi; il flusso di aria calda viene utilizzato in motori alternativi (secondo il ciclo Stirling) o rotativi (come turbine di espansione).
- Vapore d'acqua: prodotto in una caldaia a vapore e sfruttabile da motori rotativi come le turbine a vapore.

---

<sup>9</sup> Unità di misura del volume usata per il legno in ambito energetico e che considera *i vuoti per pieni*.

- Vapore di fluidi organici: prodotto da un generatore e alimentato dai fumi caldi in uscita dalla camera di combustione o con l'interposizione di un fluido diatermico; tale vapore viene sfruttato per la produzione di energia elettrica in motori rotativi a ciclo chiuso, chiamati Organic Rankine Cycle che saranno descritti di seguito.

I motori sopracitati sono accomunati dall'accoppiamento ad un *alternatore* per la generazione di corrente elettrica; infatti, quest'ultimo elemento è una macchina elettrica in grado di generare corrente elettrica alternata, dalla tensione funzione delle caratteristiche costruttive della macchina e frequenza dipendente dalla velocità angolare, cioè dalla velocità di rotazione espressa in giri al minuto. Considerando che la corrente elettrica di rete ha una frequenza di 50 Hz, risulta necessario raddrizzare quella in uscita dall'alternatore, trasformandola in corrente continua, quindi ritrasformala in corrente alternata alla frequenza di rete; la macchina che si occupa di tutto ciò prende il nome di *inverter* e si pone a valle del generatore. Infine, se necessario, la corrente viene portata al valore di tensione desiderato attraverso un *trasformatore*.

La cogenerazione nasce per rendere più completo l'uso delle fonti energetiche, in particolare puntando alla produzione di un'energia pregiata, l'elettricità, e il recupero del calore residuo. Quest'ultimo si presta bene allo sfruttamento in ambito aziendale dove può venire utilizzato direttamente in quei processi che necessitano di calore (altresì alimentati con caldaie a gas o gasolio); può essere usata per produzione di acqua calda ad uso domestico come riscaldamento degli ambienti e l'acqua calda sanitaria, ma anche come alimentazione per impianti frigoriferi ad assorbimento. Trova facile utilizzo anche in ambito extra aziendale, dove è possibile attuare una fornitura di acqua calda a fabbricati civili, locali e edifici pubblici attraverso una rete di teleriscaldamento.

I principali vantaggi della cogenerazione sono di carattere economico, con il miglioramento dei rendimenti globali di utilizzo delle fonti primarie e conseguente riduzione dei consumi, ambientale, sempre legato ad un uso inferiore di combustibile e ad una minore emissione di inquinanti, e di salvaguardia delle risorse, che vengono sfruttate in maniera più completa riducendo gli sprechi e i rifiuti.

I principali limiti sono legati al fatto che elettricità e calore hanno domande indipendenti, oltretutto, considerando che l'energia elettrica non è di fatto accumulabile, mentre il calore lo è solo per brevi periodi, la cogenerazione diventa veramente interessante quando le due

domande sono contemporanee; oltre a questo, soprattutto per la rete di distribuzione del calore, le utenze devono trovarsi ad una distanza non eccessivamente elevata. La diffusione di questi impianti è stata limitata, in particolar modo, dagli alti costi iniziali, se confrontati a quelli dei sistemi tradizionali.

#### 4.3.1. *Organic Rankine Cycle*

Variante evoluta degli impianti a turbina sfruttanti l'espansione del vapore d'acqua, gli ORC si prestano in maniera molto più promettente per la produzione di energia da biomassa. Le turbine a vapore presentano delle caratteristiche che ne limitano l'utilizzo a sistemi di dimensione industriale; il vapore in pressione comporta un rischio di esplosione che i cicli ORC non hanno, di conseguenza i primi necessitano della presenza continua di personale qualificato e abilitato; inoltre, gli impianti a vapore, a paragone degli ORC, necessitano l'uso di sistemi di sicurezza più evoluti e costosi per i livelli di temperatura e pressione più elevati.

L'impianto, nella sua totalità, prevede la caldaia (spiegata precedentemente) dove avviene la combustione della biomassa e la produzione di energia termica; questa viene scambiata con un fluido intermedio fino al ciclo ORC vero e proprio, dove avviene la produzione di energia elettrica. Tale fluido intermedio, chiamato generalmente *olio diatermico*, è un olio di origine minerale o sintetico, talvolta biodegradabile, con precise caratteristiche tecniche:

- Temperatura di esercizio tra i 250 °C e i 300 °C;
- Temperatura di ebollizione e di decomposizione elevata (340-360 °C);
- Infiammabilità bassa;
- Percentuale di vaporizzazione limitata;
- Proprietà lubrificanti elevate, per limitare l'usura di pompe e valvole;
- Viscosità limitata, per non interferire con l'avviamento anche a bassa temperatura;
- Calore specifico elevato, così da avere una buona capacità di trasportare il calore;
- Tossicità bassa;

Queste caratteristiche consentono diversi vantaggi: una bassa pressione in caldaia; un'elevata inerzia termica, che permette una certa stabilità durante i cambiamenti di carico; una più semplice e sicura regolazione e controllo; temperature di esercizio contenute, che permettono una vita utile del fluido abbastanza lunga e un funzionamento esente di personale patentato. Inoltre, si evita la formazione di depositi carboniosi, che potrebbero dare problematiche legate

all'otturazione di condotte e serpentine, minor trasporto di energia e una più veloce usura dei filtri e delle pompe.

L'energia termica trasportata dall'olio diatermico viene ceduta nel generatore di vapore del ciclo ORC, dove un liquido organico di composizione analoga agli idrocarburi viene vaporizzato ed espanso in una turbina, producendo così energia elettrica.

Come descritto dal nome, i cicli ORC si basano su di un ciclo termodinamico che opera in un circuito chiuso, privo di emissioni, utilizzando come fluido operativo un fluido organico: in particolare dei poli-silossani per applicazioni, quali la cogenerazione e il recupero di calore, e fluidi refrigeranti per applicazioni a più bassa temperatura, quali geotermiche o recupero di calore. Il ciclo inizia con un preriscaldamento del fluido organico, che viene fatto evaporare nel generatore di vapore alimentato dal calore trasportato dall'olio diatermico; quindi, il vapore viene espanso in turbina, che è direttamente accoppiata al generatore elettrico. All'uscita della turbina, il fluido si raccoglie in uno scambiatore che, cedendo il calore del fluido, lo condensa riportandolo allo stato liquido; quindi, viene pompato nuovamente alla pressione di evaporazione. Il liquido operativo usato è un liquido organico dall'elevato peso molecolare: questo, a differenza del vapore d'acqua, presenta una

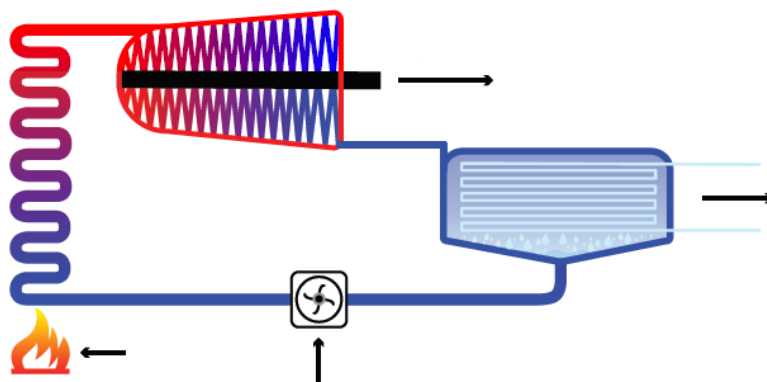


Figura 14 - Ciclo ORC (fonte: Zuccato Energia)

velocità inferiore, il che comporta una minor erosione dell'elemento palare, legata anche al fatto che non vi è umidità negli ugelli, e permette di usare turbine monostadio dal diametro superiore. Questo si traduce in una ridotta velocità periferica, una ridotta sollecitazione meccanica della turbina e un basso numero di giri della turbina, che consente un collegamento diretto al generatore elettrico senza interporre riduttori di giri, che implicherebbero inevitabili perdite. Rispetto alla tecnologia a vapore, il ciclo ORC presenta, in conclusione, diverse caratteristiche favorevoli:

- Alta efficienza della turbina monostadio (maggiore dell'85%);
- Elevata vita utile dell'impianto, legata ai fenomeni di usura limitati;
- Funzionamento automatico e continuo, che non necessita personale specializzato;
- Alta affidabilità e manutenzione ridotta;

- Relativamente alta efficienza anche a carico parziale, che può raggiungere fino al 10% della potenza nominale.
- Possibile sfruttamento del calore in uscita dal condensatore per applicazioni civili o industriali.
- I cicli ORC non usano un solo fluido, ma quello che meglio si abbina alla temperatura e capacità termica della fonte di calore.

Per quanto riguarda l'aspetto economico, il *business plan* è equiparabile a quello per un impianto di produzione di energia da fonte rinnovabile: elevati costi di investimenti iniziale, un'influenza dal prezzo dell'energia elettrica per gli anni futuri e, molto più marginalmente, i costi di approvvigionamento del combustibile, perché i sarmenti di vite risultano essere un rifiuto. Per definire le caratteristiche del modulo ORC che si vuole adottare e di conseguenza stimarne il costo, è necessaria un'analisi approfondita del fabbisogno dell'utenza e della fonte di calore disponibile, il combustibile utilizzato, i relativi valori di emissioni e intervalli di temperatura operativi. Oltre al tipo di fluido operativo, sono indispensabili la temperatura e la portata, e il più conveniente sistema di raffreddamento del fluido per la condensazione post-espansione in turbina. Con questi dati, sono stimabili i materiali, la superficie di scambio termico e la geometria dei diversi dispositivi utilizzati; si deve pertanto tenere conto dell'impatto di un sistema ORC sugli impianti esistenti adibiti ai diversi processi produttivi; in particolare va tenuto conto di problematiche legate all'ingombro. I costi per la realizzazione di un impianto ORC non dovrebbero superare i 3000 €/kW per rendere conveniente la sua realizzazione; ovviamente, il prezzo dell'energia elettrica, di difficile stima per gli anni futuri, può far variare anche di molto le previsioni fatte in fase di progetto. In favore di ciò, come già trattato nel capitolo incentrato sulla normativa, sono previsti incentivi legati allo sfruttamento di materiale di scarto per la produzione di energia; difficilmente questi incentivi sono determinanti nella scelta dell'investimento, ma possono contribuire in maniera non trascurabile e positivamente ai tempi di *pay back* dell'impianto. Inoltre, un sistema ORC, che sfrutti come combustibile scarti agricoli altrimenti trattati come rifiuti, può contribuire in termini di immagine, aiutando la società con la diminuzione della dipendenza da fonti fossili, impegnando meno la rete elettrica e producendo energia con emissioni minori rispetto ai tradizionali sistemi di produzione dell'energia.

#### **4.4. La Trigenerazione**

Produzione di energia termica ed elettrica dalla stessa fonte energetica, la trigenerazione si differenzia dalla cogenerazione per rendere disponibile, alle utenze, energia termica a due livelli di temperatura differenti, in particolare sopra e sotto la temperatura ambientale; si sta quindi parlando di produzione congiunta di energia elettrica, caldo e freddo. La trigenerazione si presta bene all'alimentazione sia di edifici, sfruttando il caldo per riscaldamento e il freddo nella climatizzazione dei mesi estivi che di processi produttivi; in particolare, una cantina è caratterizzata sì da elevati consumi elettrici per la trasformazione dell'uva in vino, ma anche in termini di calore e freddo in quanto la fermentazione del mosto prima e del vino poi avviene in ambienti controllati al fine di ottenere pregiate qualità.

Grazie a particolari tecnologie, che verranno spiegate in seguito, è possibile sfruttare il calore per alimentare un ciclo frigorifero tale da consentire la produzione di freddo al punto di permettere la refrigerazione di ambienti o il suo sfruttamento in diversi processi produttivi. L'uso del calore come alimentazione nasce in seguito alla diffusione dei primi impianti cogenerativi, in particolare per quelle zone nella fascia climatica mediterranea, dove il calore prodotto nella cogenerazione viene effettivamente sfruttato solo nella stagione invernale (inferiore ad 1/3 dell'uso ottimale annuo). Considerando la zona climatica del nostro paese e che in azienda è richiesto un controllo preciso della temperatura al fine di produrre vino di alta qualità, la trigenerazione può contribuire ad aumentare notevolmente il periodo di impiego dell'energia, e una sua produzione più efficiente e sostenibile.

La produzione del freddo viene effettuata con sistemi ad assorbimento, particolare evoluzione del ciclo frigorifero dove si sostituisce il compressore con un sistema che svolga la stessa funzione, quella di portare il fluido frigorifero ad una certa pressione, assorbendo il calore di alimentazione; la convenienza sta nel fatto che, oltre a sfruttare del calore che andrebbe altrimenti dissipato, si salta il processo di trasformazione termico-meccanico dell'energia, noto per non avere rendimenti elevatissimi.

Il processo si basa, come per i cicli frigoriferi a compressione, sulla sottrazione del calore da un ambiente per evaporazione di un liquido; il ciclo si compone quindi un evaporatore, un condensatore, un generatore di vapore e un assorbitore. Il fluido operativo è una miscela di un solvente e di un soluto, generalmente si tratta di acqua e una soluzione concentrata di bromuro di litio o ammoniaca ed acqua: il solvente svolge il compito di refrigerante evaporando nell'evaporatore (asportando il calore dall'ambiente desiderato) e condensando nel condensatore, mentre il soluto ha il compito di "trasportare" il solvente.

Nel generatore di vapore è quindi presente la miscela con il refrigerante disciolto nel soluto; apportando calore il solvente evapora e viene convogliato in un condensatore dove, cedendo calore, torna allo stato liquido, una volta portato alla bassa pressione da una valvola di espansione viene mandato all'evaporatore dove evapora asportando calore dall'ambiente preposto, il vapore del fluido refrigerante viene quindi mandato nell'assorbitore dove arriva anche una miscela ricca di soluto dal generatore, qui il refrigerante viene assorbito dal soluto, la miscela viene quindi portata alla pressione di condensazione da una pompa (il cui consumo è inferiore a quello di un compressore, per motivi noti) e reimmesso nel generatore dove riinizia il ciclo. Il compressore viene quindi sostituito da un generatore e un assorbitore, ciò comporta che l'energia elettrica di alimentazione viene sostituita da energia termica di temperatura non inferiore agli 85 °C.

L'uso di acqua come fluido frigorifero è attuabile solo in condizione operative sopra lo zero termico, per applicazioni con temperature inferiori ai 4 °C si è soliti usare l'ammoniaca pure come fluido refrigerante quindi l'acqua viene utilizzata come fluido assorbente, quest'ultimi cicli inoltre operano a pressioni simili a quelle delle tradizionali macchine frigorifere a compressione, mentre quelle ad acqua operano in depressione, più o meno spinta.

L'efficienza di queste macchine viene valutata con il Coefficiente termico di prestazione (COP) pari al rapporto tra il calore asportato dalla macchina all'ambiente di destinazione e il calore necessario al funzionamento della macchina stessa, mediamente questo valore si aggira intorno al 0.6 (ammoniaca/acqua) e 0.7 (acqua/bromuro di litio). Macchine frigorifere ad assorbimento sono idonee a soddisfare centinaia di kW.



# Capitolo 5

## Analisi delle Cantine e del loro fabbisogno

Al fine di condurre una precisa analisi sui fabbisogni energetici di una cantina e valutarne il soddisfacimento attraverso la valorizzazione e il recupero energetico è stato richiesto ai responsabili delle Cantine, che gentilmente hanno dato la loro collaborazione, di compilare un questionario dove è stato chiesto di indicare:

- la superficie di vitigno afferente alla cantina e il numero di soci, questo per dare un'indicazione sulla dimensione della cantina stessa; in particolare, è stato chiesto di indicare le dimensioni dei fondi per tipologia di vitigno, in quanto, come già spiegato, ci sono grosse differenze tra tipi di vite (es. Prosecco piuttosto che Marzemino Nero).
- i processi del vino presenti in cantina e una breve descrizione degli stessi, al fine di confrontare le aziende campione e giustificare eventuali diversità; una cantina non presenta il processo di imbottigliamento che comporta differenze non trascurabili in termini di consumi.
- il fabbisogno elettrico e come attualmente è soddisfatto, per valutare se è possibile sostituire tale approvvigionamento con il recupero energetico dei sarmenti. È stato richiesto di indicare anche l'eventuale presenza di sistemi di produzione dell'energia da fonti rinnovabili e in tutte le cantine si è riscontrata l'esistenza di un sistema fotovoltaico.
- il fabbisogno termico (calore) necessario al processo di vinificazione e attuale sistema di soddisfacimento dello stesso.
- il fabbisogno termico (freddo) necessario al processo di vinificazione e attuale sistema di soddisfacimento dello stesso.

La panoramica delle tre cantine, ottenuta dall'analisi delle risposte, con un confronto iniziale sui loro consumi elettrici è riportata nel prossimo paragrafo.

## 5.1. Conselve vigneti e cantine

Situata a Conselve, comune a 20 km a sud di Padova, la Conselve Vigne e Cantine si occupa della vinificazione dell'uva proveniente da circa 770 soci proprietari di circa 1000 ettari di terreno nella pianura circostante. I fondi più estesi possono essere identificati nei 300 ettari di Prosecco e nei 114 ettari di Raboso, ma anche nei 10.20 ettari di Tai o nei 7.60 ettari di Cabernet Franc da cui provengono annualmente circa 48 600 hl di Prosecco, 22 820 hl di Raboso, 2040 hl di Tai e 1520 hl di Cabernet circa. I vitigni afferenti alla cantina di Conselve sono solitamente caratterizzati dal Sylvoz come forma di allevamento, che ben si presta alla raccolta e allo sfruttamento dei sarmenti di vite. Attualmente, la pratica più comune anche in questi fondi consiste nella gestione dei sarmenti tramite trinciamento e interrimento in loco, soddisfacendo così parte del fabbisogno organico del vitigno.

La cantina di Conselve articola il processo di vinificazione in tutte le parti descritte nei capitoli precedenti compresi i processi di imbottigliamento, di lavaggio e sterilizzazione delle bottiglie. Il fabbisogno elettrico è soddisfatto dalla Rete Nazionale con la quale è in vigore un contratto di fornitura in media tensione alla potenza disponibile di 984 kW e integrato ad un sistema fotovoltaico di 95.45 kW di picco.

Il calore necessario al processo di vinificazione viene prodotto da una caldaia ICI BP1200 con un consumo annuo di circa 30000 litri di gasolio agricolo, soprattutto tra i mesi di gennaio e luglio.

Il fabbisogno di freddo, fondamentale nei processi di chiarificazione del vino o nell'inoculo dei lieviti per una corretta fermentazione, viene soddisfatto con due macchine frigorifere entrambe caratterizzate dall'uso di R22 come fluido operativo:



*Figura 15 - Chiller Climaveneta FE/WRAT/LN3803*

- Mc Quay AL R ID 180, della potenza di 380 kW;
- Climaveneta FE/WRAT/LN3803 della potenza di 293 kW.

Infine, la cantina in esame presenta tre macchine, tre deumidificatori DEUM 15.01 della Sordato, per l'appassimento delle uve.

In termini di sarmenti possiamo stimarne la produzione annua pari a 1409530 kg, secondo queste assunzioni:

<b>Dimensione fondi [ha]</b>	<b>Tipo</b>	<b>Sarmenti [q/ha y]</b>	<b>Sarmenti [q/y]</b>
300	Prosecco	22.5	6750
114.1	Raboso	12	1396.2
10.2	Tai	12	122.4
7.6	Cabernet Franc	20	152
4.14	Marzemino nero	15	62.1
563.96	Altro	10	5639.6
1000	<b>Totale</b>	14.095 (media)	14095.3

*Tabella 9 - Fondi e tipologie di vigneto, Conselve Vigneti e Cantine*

Questa cantina non presenta una superficie disponibile allo stoccaggio dei sarmenti e ad un sistema che ne permetta la loro valorizzazione.

## **5.2. Cantina Colli Euganei**

La cantina di Vo si trova in provincia di Padova ed è posta ai piedi dei Colli Euganei sul versante ovest, che fa parte del Parco Regionale dei Colli Euganei; la cantina è punto di riferimento per circa 650 soci proprietari di circa 670 ettari, con una media di 1.5 ettari per proprietario e il cui fondo più esteso è costituito da 20 ettari coltivati a vino di diverso tipo. I vitigni si distribuiscono in una superficie per metà pianeggiante e per metà collinare, il che, sommato alla cantina semplice come tipo di allevamento, comporta alcune difficoltà nella raccolta dei sarmenti e orienta i proprietari verso il trinciamento in loco e interrimento degli stessi. Vengono prodotti diversi tipi di vino, come il Cabernet Franc, il Glera e il Moscato Giallo. Per questo, in cantina sono presenti tutti i processi di produzione presentati precedentemente, compreso il processo di imbottigliamento con relativo sistema di sterilizzazione delle bottiglie. Il fabbisogno elettrico viene soddisfatto dalla Rete Nazionale, il cui contratto prevede una potenza impegnata di 1000 kW, ed eventualmente da generatori a gasolio. Anche in questa cantina è presente un sistema fotovoltaico di produzione dell'energia da 100 kW di picco. Il riscaldamento degli uffici è affidato ad una caldaia a gas naturale, mentre il fabbisogno di energia termica viene appagato da una caldaia a gasolio agricolo ICI VPP 8P dalla potenza di 600000 kcal/h, che consuma annualmente circa 400-450 ettolitri, necessari per la produzione di vapore a bassa pressione. Il sistema di produzione dell'energia frigorifera si compone di quattro chiller: un BlueBox Kappa

Rev 120.2 da 431 kW, sfruttante R134a come fluido operativo e sempre in funzione (capacità di raffreddamento pari a 1201 kW), e altri tre elementi da, rispettivamente, 100, 80 e 50 kW in funzione solo nel periodo della vendemmia.

I vigneti asserventi alla cantina sono di tipo misto, perciò la produttività annua di sarmenti viene stimata in base al valore medio considerato nel paragrafo precedente:

$$\text{Produttività sarmenti} = 670 * 1409.53 = 944385.1 \frac{\text{kg}_{\text{sarmenti}}}{\text{anno}}$$

Nemmeno questa cantina presenta un luogo da destinare allo stoccaggio di sarmenti o all'impianto di produzione dell'energia.

### 5.3. Cantina Sociale di Cona e Cavarzere

Situata nel paese di Pegolotte, in provincia di Venezia, la Cantina Sociale di Cona e Cavarzere conta 210 soci che vi conferiscono uva, proprietari di una superficie totale di circa 850 ettari con una media di circa 4 ettari per socio. Da questi vitigni viene prodotto per lo più prosecco che caratterizza i fondi più grandi, da 30 e 22 ettari, con un numero di ceppi che oscilla intorno ai 2500 per ettaro; ottimi in termini di produzione di sarmenti, i vitigni di Cona e Cavarzere sono, però, prevalentemente allevati con un sistema a cortina semplice, che si presta molto bene alla meccanizzazione e molto meno alla produzione e raccolta di sarmenti. I vitigni la cui forma di allevamento si presta alla raccolta di sarmenti attualmente sono conferiti ad una azienda terza, l'Agrienergy di Conselve, che si occupa di raccogliere i sarmenti, confezionarli in rotoballe e trasportarli a Finale Emilia. Qui vengono cippati e integrati a



Figura 16 - Confezionamento dei sarmenti di vite in rotoballe (fonte: Agrienergy)

biomassa erbacea di vario genere, creando un mix di biomassa legnosa ed erbacea sbilanciato verso l'erbaceo, che alimenta una centrale termoelettrica a vapore.

In cantina avvengono tutti i processi di vinificazione delle uve, in particolare si rivolge quasi totalmente a uve bianche quindi i processi sono quelli della vinificazione in bianco: l'uva raccolta viene diraspata e pigiata; si procede con la fermentazione alcolica, la pressatura e la

fermentazione malolattica secondo le linee descritte precedentemente<sup>10</sup>. Non è presente il processo di imbottigliamento (a differenza delle altre cantine prese in esame) con conseguenze non trascurabili in termini energetici. L'approvvigionamento dell'energia elettrica avviene tramite connessione alla Rete Nazionale, impegnando una potenza di 361.00 kW in media tensione. La cantina presenta poi un impianto fotovoltaico per la conversione dell'energia solare di 75 kW di picco.

Non presenta sistemi di produzione dell'energia termica necessaria al processo, in quanto questa è solitamente associata alla produzione di vapore d'acqua per la sterilizzazione delle bottiglie prima che vi venga riposto il vino, cosa che qui non avviene; l'unica produzione di calore è legata al solo riscaldamento degli ambienti e degli uffici.



*Figura 17 - Raccolta delle rotoballe di sarmenti (fonte: Agrienergy)*

Il sistema di produzione dell'energia frigorifera necessaria al processo si compone di quattro chiller alimentati elettricamente:

- AGR 090.2 STD, della potenza di 321.6 kW che utilizza R22 come fluido operativo;
- APQ 1802, della potenza di 148 kW con R134a come fluido operativo;
- ER 1202/N, 135 kW di potenza e R407C;
- ALR 100.2 C, della potenza di 344.4 kW e utilizzante anch'esso R22 come fluido operativo.

Questa energia viene usata per la climatizzazione degli ambienti, affinché la conservazione del vino ne mantenga quanto più le qualità e il gusto, e per dissipare l'eventuale calore che viene a generarsi nei processi di fermentazione: infatti, la fermentazione deve avvenire a temperature controllate e costanti per garantire un prodotto finale di qualità.

La cantina si rivolge per il 90% a uve bianche, quindi la produzione di sarmenti è stata stimata considerando l'intera estensione dei diversi vitigni per il 60% prosecco, per il 30% Tai e per il

---

<sup>10</sup> § 2.2.1 – Procedura di produzione di Vini Bianchi.

rimanente misto. Pertanto, considerando i valori di produttività annuale espressi precedentemente, la media per ettaro ammonta a 1810 kg che, distribuito su tutta la superficie, arriva a:

$$Produttività\ annua = 850 * 1810 = 1538500 \frac{kg_{sarmenti}}{anno}$$

Per quanto concerne l'ingombro legato all'impianto di produzione di energia e dello stoccaggio di sarmenti, la cantina di Cona e Cavarzere non ha una superficie che può destinare a tale uso.

#### **5.4. Prima analisi dei consumi elettrici**

Dalle bollette elettriche, gentilmente condivise dalle cantine, è stato possibile ricavare l'andamento annuale del fabbisogno elettrico, suddiviso nelle tre fasce orarie contrattuali (F1 o ore di punta: 8:00 – 19:00, dal lunedì al venerdì; F2 o ore intermedie: 7:00 – 8:00 e 19:00 – 23:00 dal lunedì al venerdì e 7:00 – 23:00 del sabato e F3 o ore fuori punta definite negli orari rimanenti e nei festivi).

Di seguito verranno riportati i dati ottenuti: dai grafici si può osservare un andamento simile in tutti e tre i casi, sia in termini totali che di divisione nelle tre fasce orarie; in particolare, dai grafici percentuali si può notare come i valori siano più o meno gli stessi. Questo ci permette, in buona approssimazione, di adattare la curva oraria dei consumi, fornita da una sola cantina, ai consumi delle altre cantine ottenendo per ciascuna cantina una curva dei consumi oraria.

Conselve Vigneti e Cantine	Consumi [kWh]			Consumi [%]			Potenza media [kW]
	F1	F2	F3	Totale	F1	F2	F3
<i>Gennaio</i>	36826,00	24357,00	51858,00	113041,00	32,578	21,547	45,875
<i>Febbraio</i>	38055,00	19131,00	32364,00	89550,00	42,496	21,363	36,141
<i>Marzo</i>	33534,00	18627,00	32723,00	84884,00	39,506	21,944	38,550
<i>Aprile</i>	28772,00	18832,00	29683,00	77287,00	37,227	24,366	38,406
<i>Maggio</i>	34654,00	17738,00	30043,00	82435,00	42,038	21,518	36,444
<i>Giugno</i>	31755,00	19781,00	36317,00	87853,00	36,146	22,516	41,338
<i>Luglio</i>	33947,00	22427,00	38689,00	95063,00	35,710	23,592	40,698
<i>Agosto</i>	40908,00	26366,00	44455,00	111729,00	36,614	23,598	39,788
<i>Settembre</i>	178926,00	114167,00	122927,00	416020,00	43,009	27,443	29,548
<i>Ottobre</i>	88507,00	55603,00	78222,00	222332,00	39,808	25,009	35,183
<i>Novembre</i>	77896,00	43499,00	79577,00	200972,00	38,760	21,644	39,596
<i>Dicembre</i>	62778,00	32974,00	75836,00	171588,00	36,586	19,217	44,197
				1752754,00			

Tabella 10 - Consumi elettrici Conselve Vigneti e Cantine



Cantina Colli Euganei	Consumi [kWh]				Consumi [%]			Potenza media [kW]
	F1	F2	F3	Totale	F1	F2	F3	
Gennaio	37152.17	23412.83	46201.00	106766	34.7978	21.9291	43.2731	349.00
Febbraio	38309.24	19119.97	31450.78	88880	43.1022	21.5121	35.3857	296.00
Marzo	35866.10	21847.27	36294.63	94008	38.1522	23.2398	38.608	270.00
Aprile	33001.19	23085.73	35381.08	91468	36.0795	25.2391	38.6814	270.00
Maggio	36504.31	20154.92	34183.76	90843	40.184	22.1865	37.6295	277.00
Giugno	30288.63	20013.63	36131.74	86434	35.0425	23.1548	41.8027	312.00
Luglio	31780.41	22335.62	38268.98	92385	34.4	24.1767	41.4234	298.00
Agosto	53930.58	35632.00	57484.42	147047	36.6757	24.2317	39.0925	658.00
Settembre	132188.78	88452.11	101971.11	322612	40.9745	27.4175	31.608	902.00
Ottobre	63293.19	39358.28	56471.53	159123	39.7763	24.7345	35.4892	579.00
Novembre	49383.08	26110.45	47094.48	122588	40.2838	21.2994	38.4169	368.00
Dicembre	42374.72	21948.70	44373.58	108697	38.9843	20.1926	40.8232	309.00
				1510851				

Tabella 11 - Consumi elettrici Cantina Colli Euganei.



Cantina Sociale di Cona e Cavarzere	Consumi [kWh]				Consumi [%]			Potenza media [kW]			
	F1	F2	F3	Totale	F1	F2	F3	F1	F2	F3	Totale
Gennaio	6241.00	3530.00	5636.00	15407.00	40.508	22.912	36.581	69.00	53.00	53.00	175.00
Febbraio	5116.00	2508.00	3831.00	11455.00	44.662	21.894	33.444	67.00	44.00	43.00	154.00
Marzo	3887.00	2979.00	4345.00	11211.00	34.671	26.572	38.757	58.00	50.00	42.00	150.00
Aprile	12157.00	10086.00	14455.00	36698.00	33.127	27.484	39.389	252.00	193.00	180.00	625.00
Maggio	20033.00	13523.00	23009.00	56565.00	35.416	23.907	40.677	205.00	166.00	151.00	522.00
Giugno	19533.00	15040.00	26078.00	60651.00	32.206	24.798	42.997	207.00	207.00	177.00	591.00
Luglio	13567.00	11228.00	18926.00	43721.00	31.031	25.681	43.288	169.00	167.00	170.00	506.00
Agosto	27637.00	19403.00	27988.00	75028.00	36.836	25.861	37.303	114.00	112.00	85.00	311.00
Settembre	77946.00	59650.00	80481.00	218077.00	35.742	27.353	36.905	500.00	497.00	485.00	1482.00
Ottobre	39747.00	24061.00	36327.00	100135.00	39.693	24.029	36.278	380.00	370.00	401.00	1151.00
Novembre	16064.00	7418.00	12859.00	36341.00	44.204	20.412	35.384	186.00	154.00	168.00	508.00
Dicembre	7337.00	3689.00	5224.00	16250.00	45.151	22.702	32.148	106.00	66.00	66.00	238.00
Annuo				681539.00							

Tabella 12 - Consumi elettrici mensili Cantina Sociale di Cona e Cavarzere.

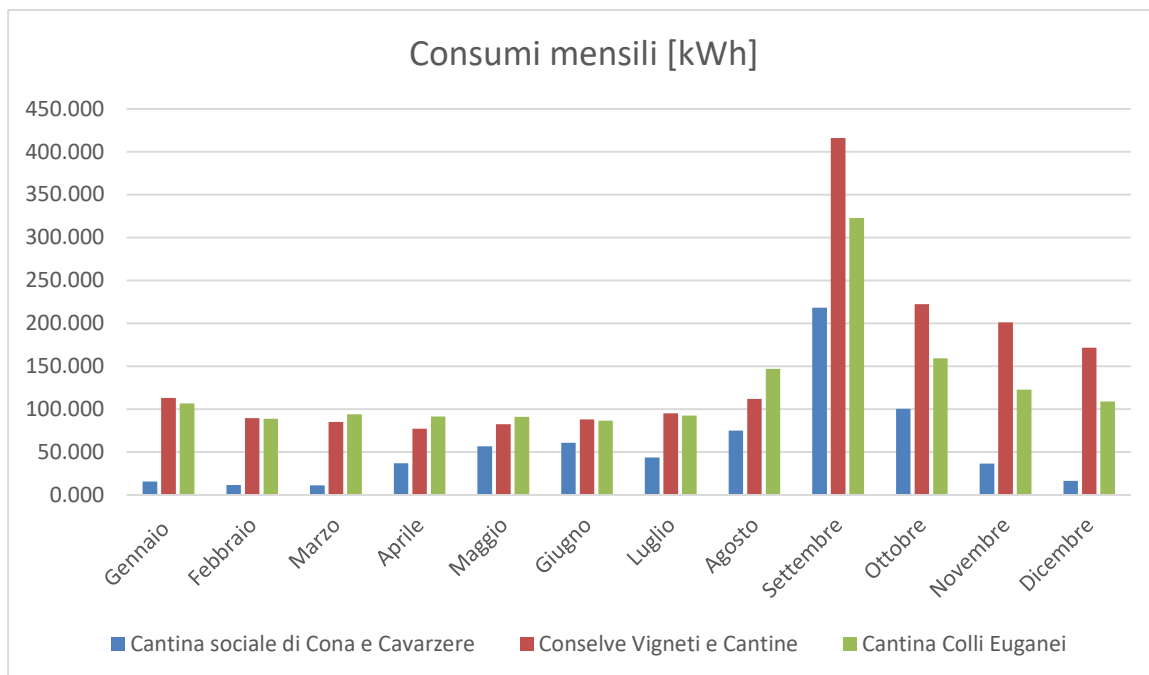


Figura 18 - Confronto consumi mensili diverse cantine [kWh].

Si può notare come in termini relativi le tre cantine abbiano lo stesso andamento per quasi tutto il tempo dell'anno, con un picco molto accentuato nel mese di settembre, in corrispondenza con il periodo della vendemmia e perciò all'inizio dei processi di vinificazione delle uve in arrivo alla cantina dai diversi vitigni.

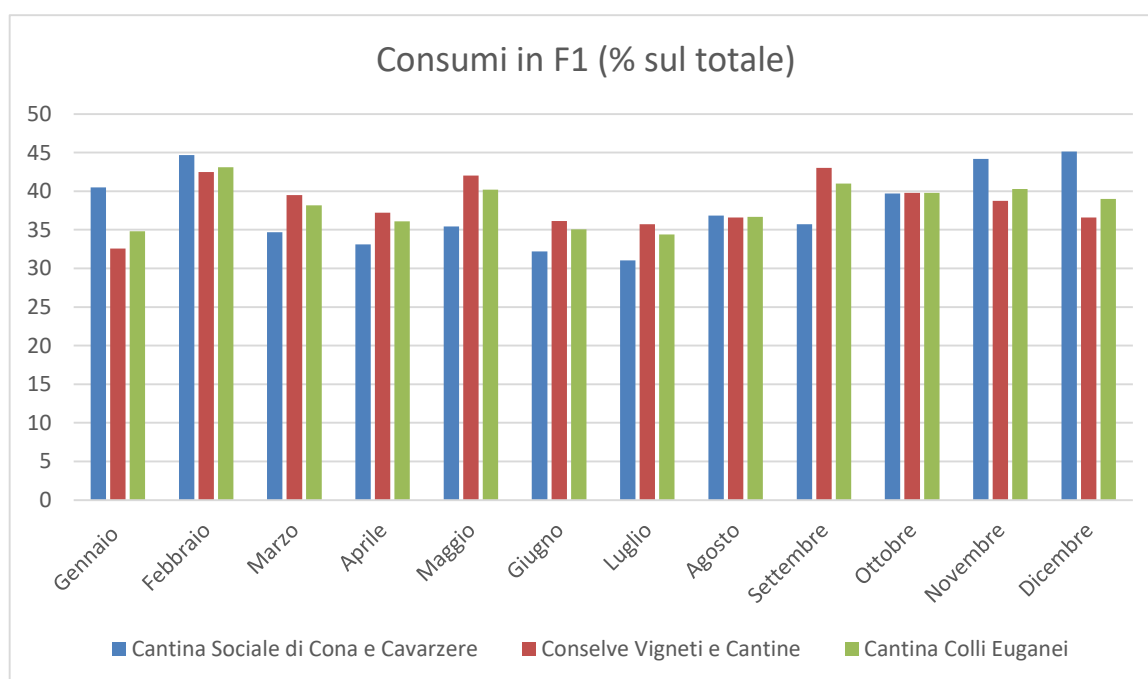


Figura 19 - Consumi mensili relativi durante la fascia oraria F1 [%]

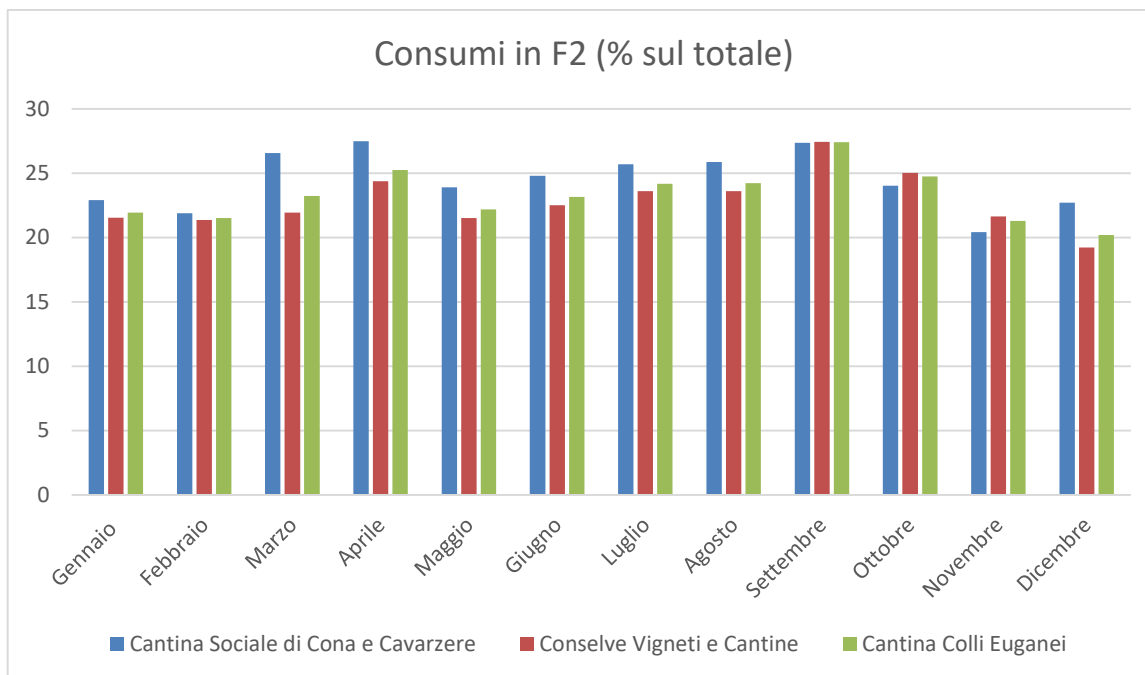


Figura 20 - Consumi mensili relativi durante la fascia oraria F2 [%]

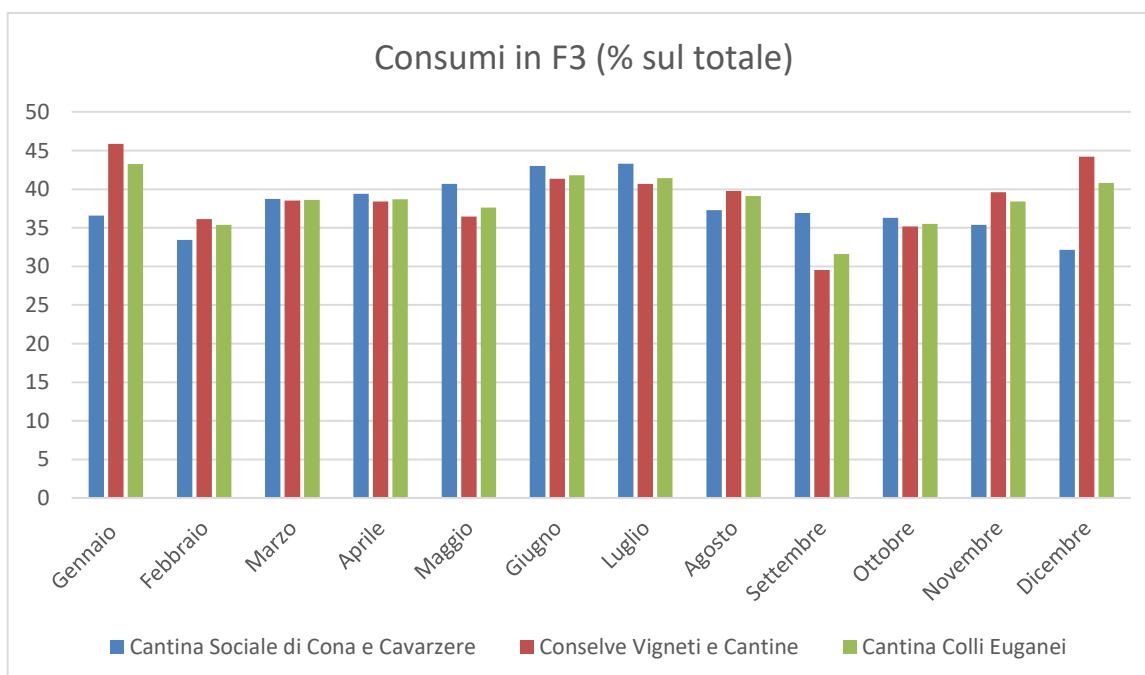


Figura 21 - Consumi mensili relativi durante la fascia oraria F3 [%]

Da questi ultimi tre grafici si può notare come in termini percentuali l'energia venga consumata più o meno negli stessi orari, quindi è possibile utilizzare il fabbisogno orario in termini relativi di una cantina per poi fare un'analisi delle altre.

## 5.5. Fabbisogno elettrico della cantina di Conselve e possibili soluzioni ORC.

L'analisi del fabbisogno elettrico verrà fatto inizialmente sulla cantina di Conselve, della quale si è riusciti ad ottenere la curva dei consumi oraria dall'azienda che fornisce i servizi elettrici in cantina. Alla curva verrà sottratta l'energia che è possibile produrre con il sistema fotovoltaico già installato in loco, quindi si valuteranno delle possibili soluzioni legate allo sfruttamento energetico dei sarmenti. Tutta l'analisi viene fatta per l'anno 2016, l'anno più recente per cui è possibile avere la curva dei consumi nella sua totalità. Il carico elettrico annuo è rappresentato dal seguente grafico:

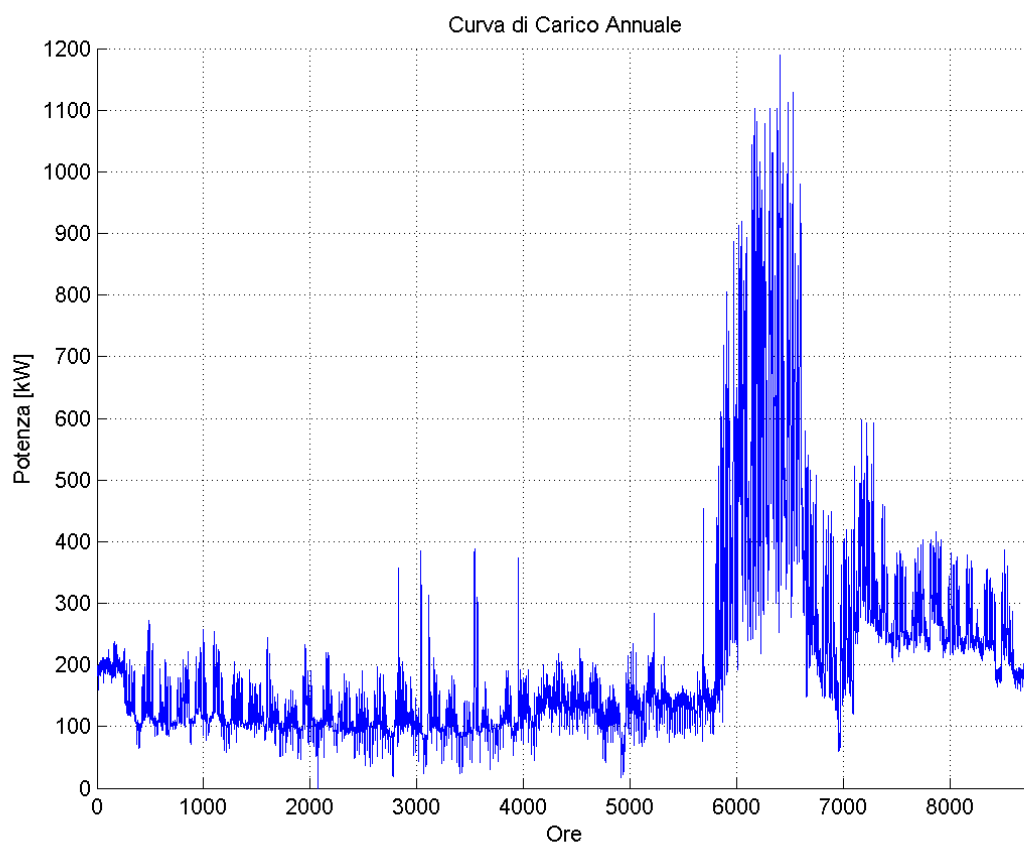


Figura 22 - Curva di carico annuale (2016), Conselve Vigneti e Cantine.

Come si nota, si ha un carico abbastanza contenuto durante la prima parte dell'anno, mentre tra fine agosto, settembre e inizio ottobre si registra un incremento importante dei consumi elettrici con potenze fino quasi a 1200 kW. Di seguito vengono riportati i dettagli giornalieri con i quali è possibile valutare le differenze mensili.

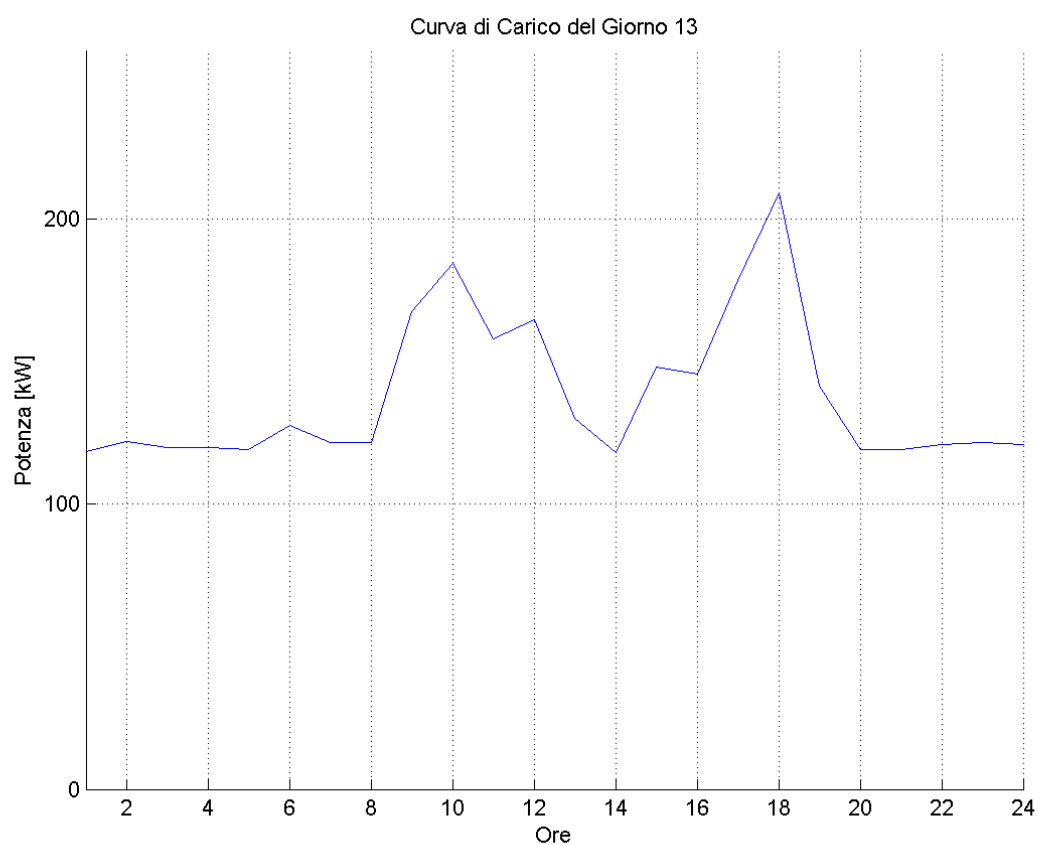


Figura 23 - Carico giornaliero del mese di Gennaio (2016), Conselve Vigneti e Cantine.

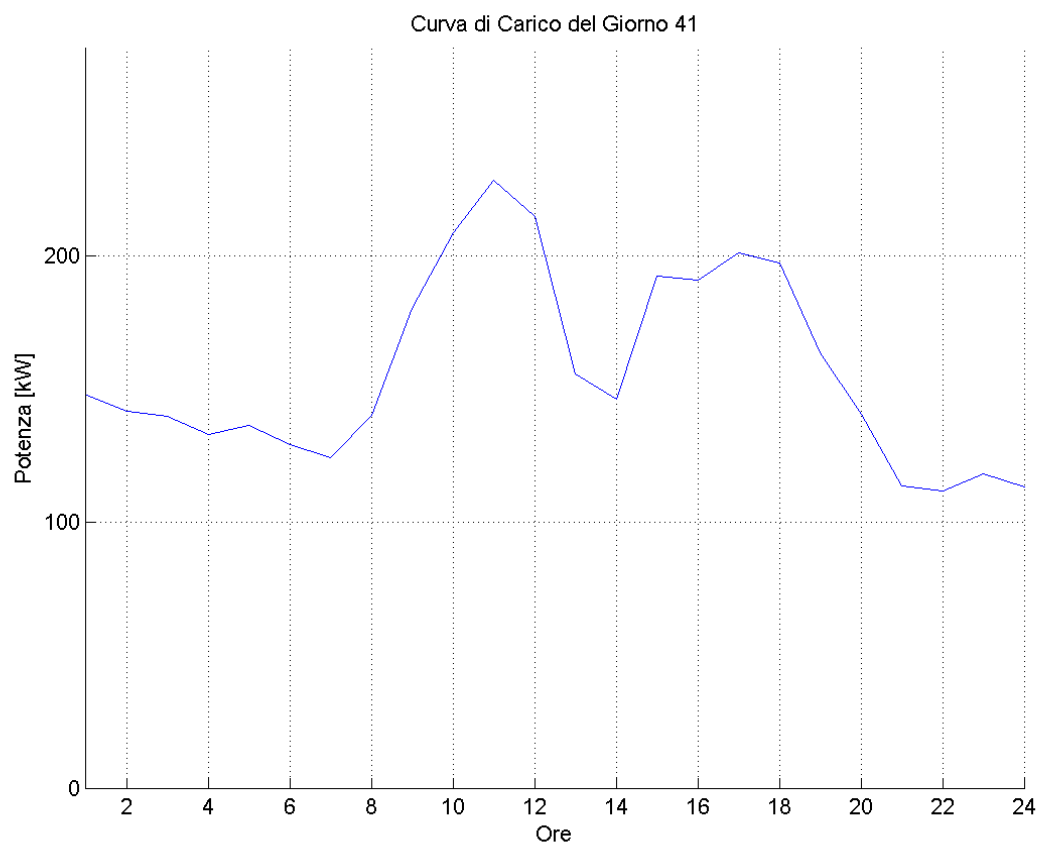


Figura 24 - Carico giornaliero del mese di Febbraio (2016), Conselve Vigneti e Cantine.

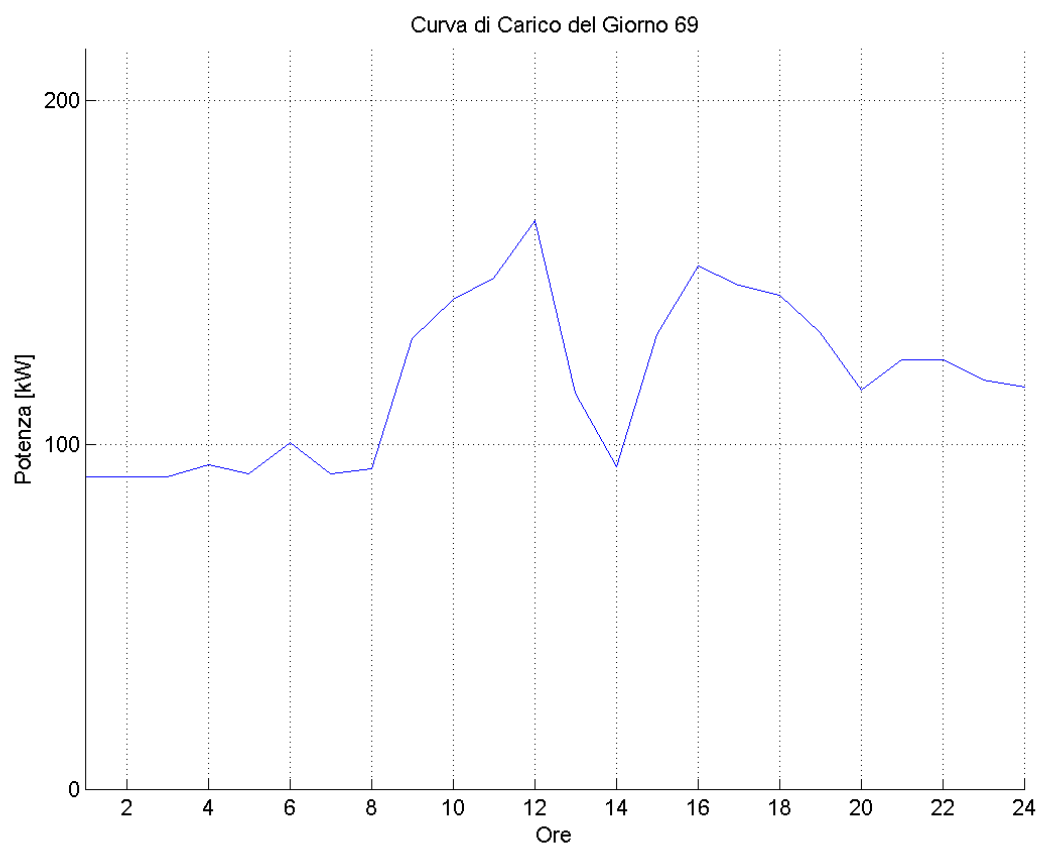


Figura 25 - Carico giornaliero del mese di Marzo (2016), Conselve Vigneti e Cantine.

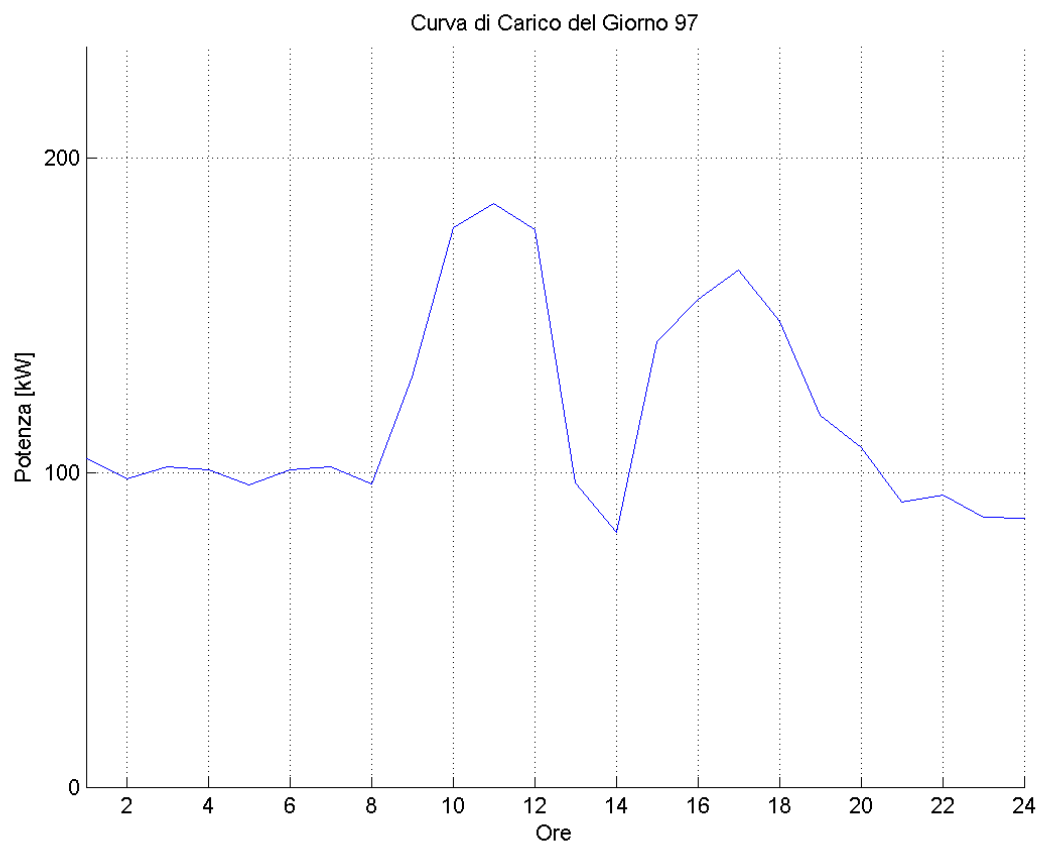


Figura 26 - Carico giornaliero del mese di Aprile (2016), Conselve Vigneti e Cantine.

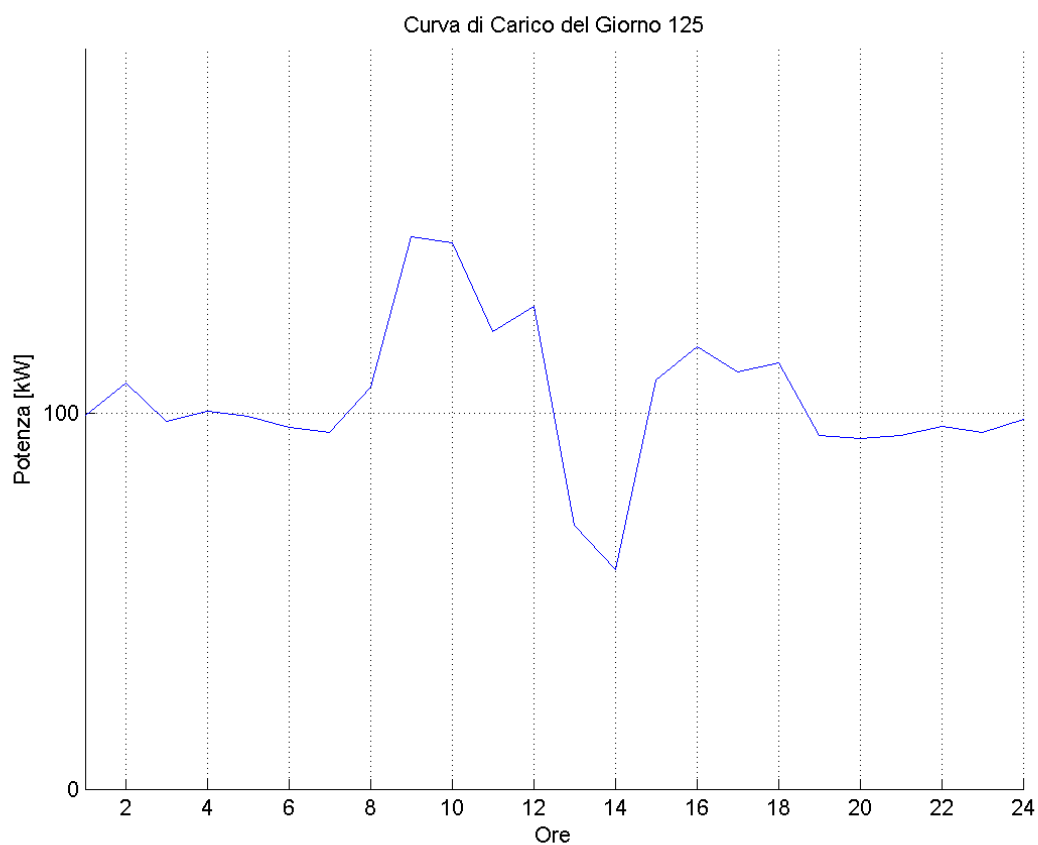


Figura 27 - Carico giornaliero del mese di Maggio (2016), Conselve Vigneti e Cantine.

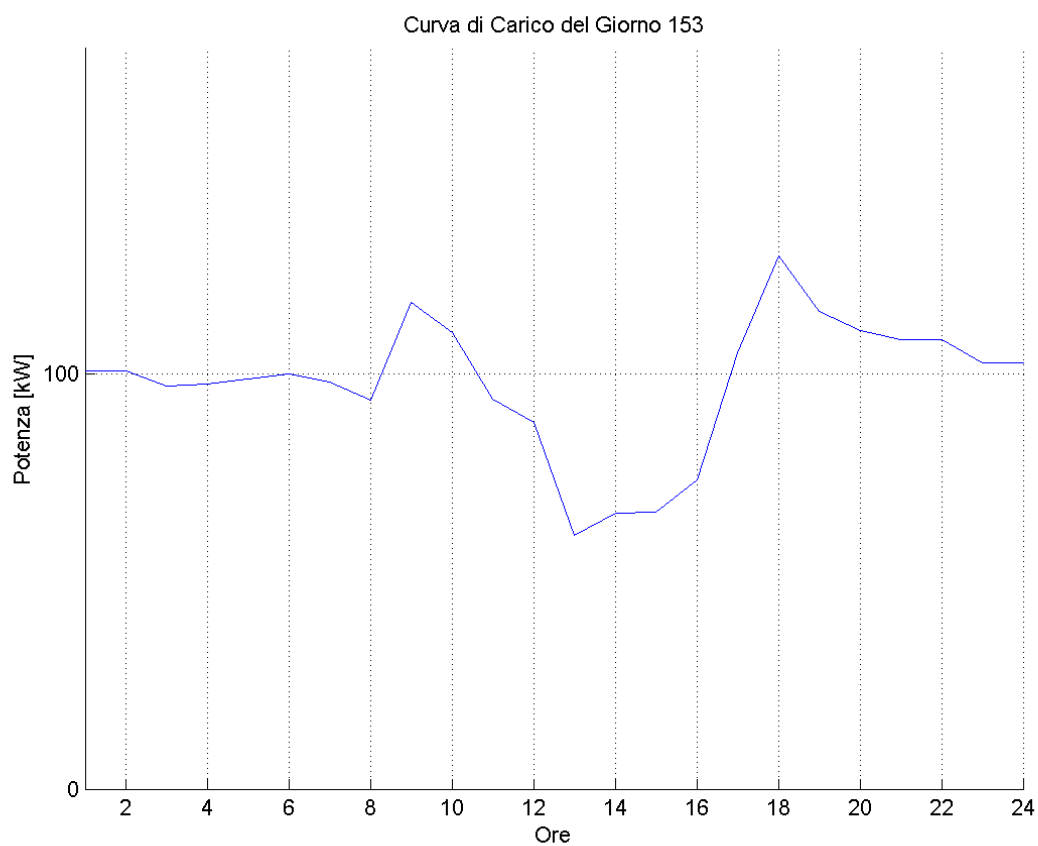


Figura 28 - Carico giornaliero del mese di Giugno (2016), Conselve Vigneti e Cantine.

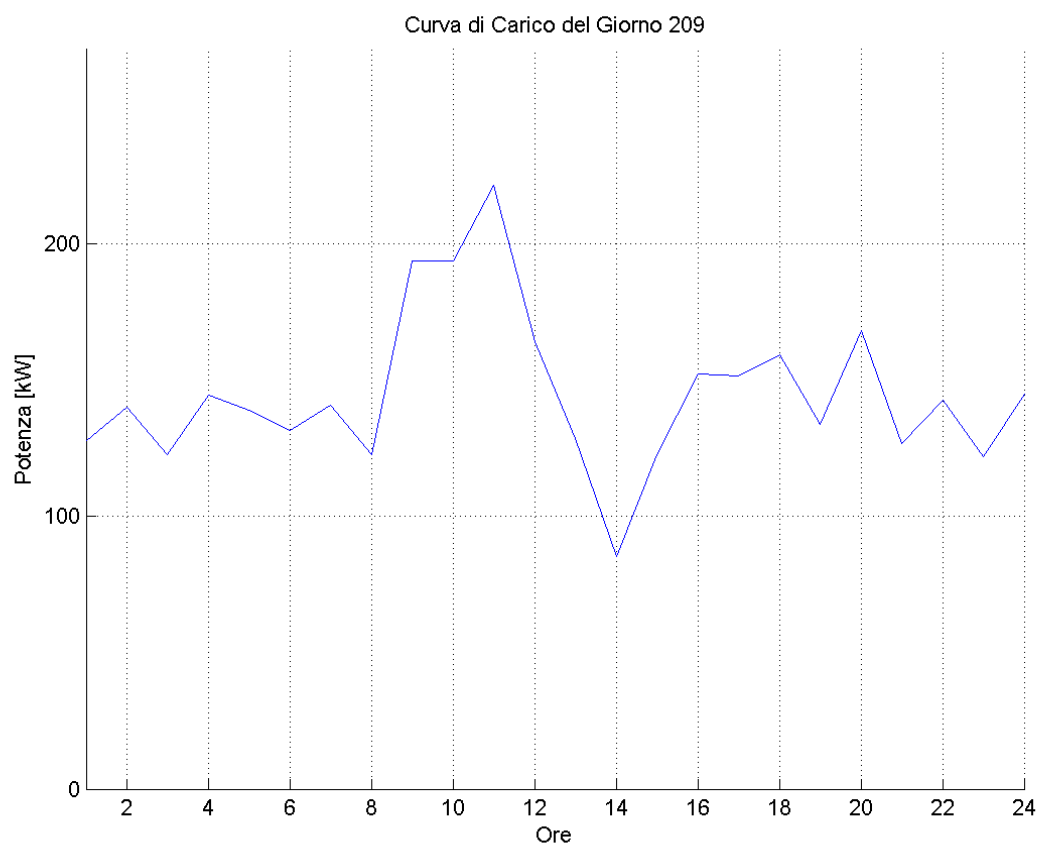


Figura 29 - Carico giornaliero del mese di Luglio (2016), Conselve Vigneti e Cantine.

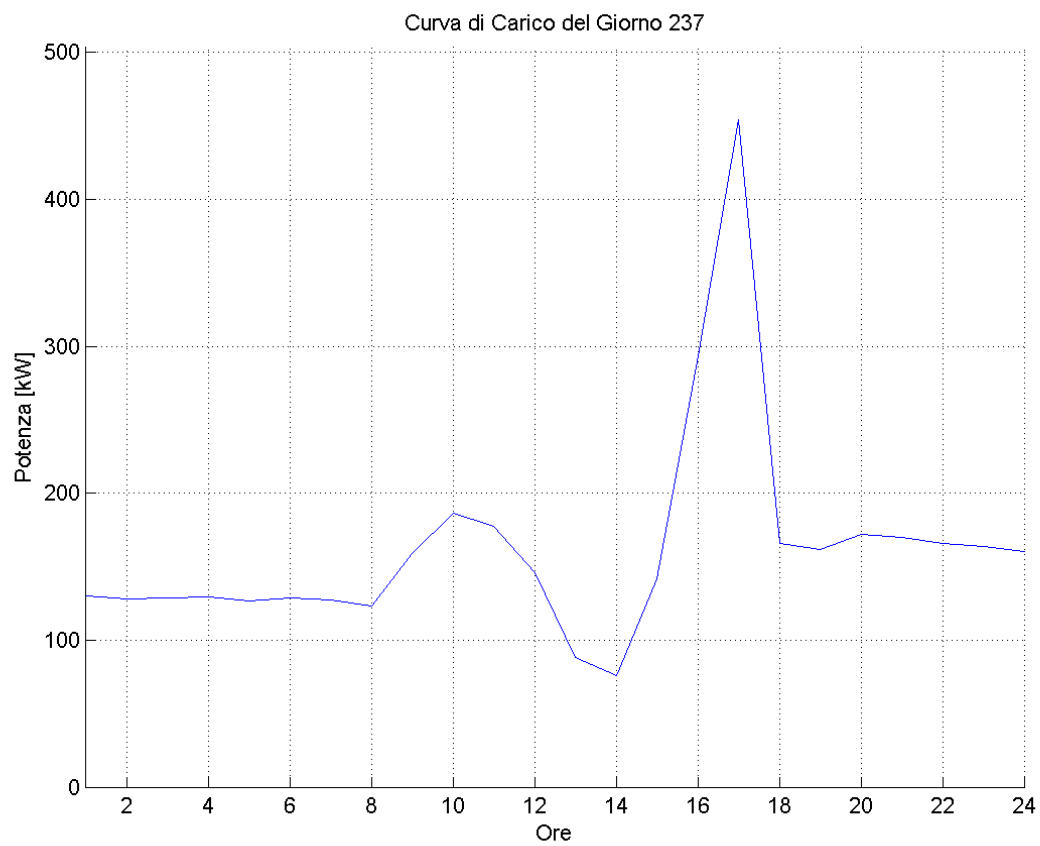


Figura 30 - Carico giornaliero del mese di Agosto (2016), Conselve Vigneti e Cantine.



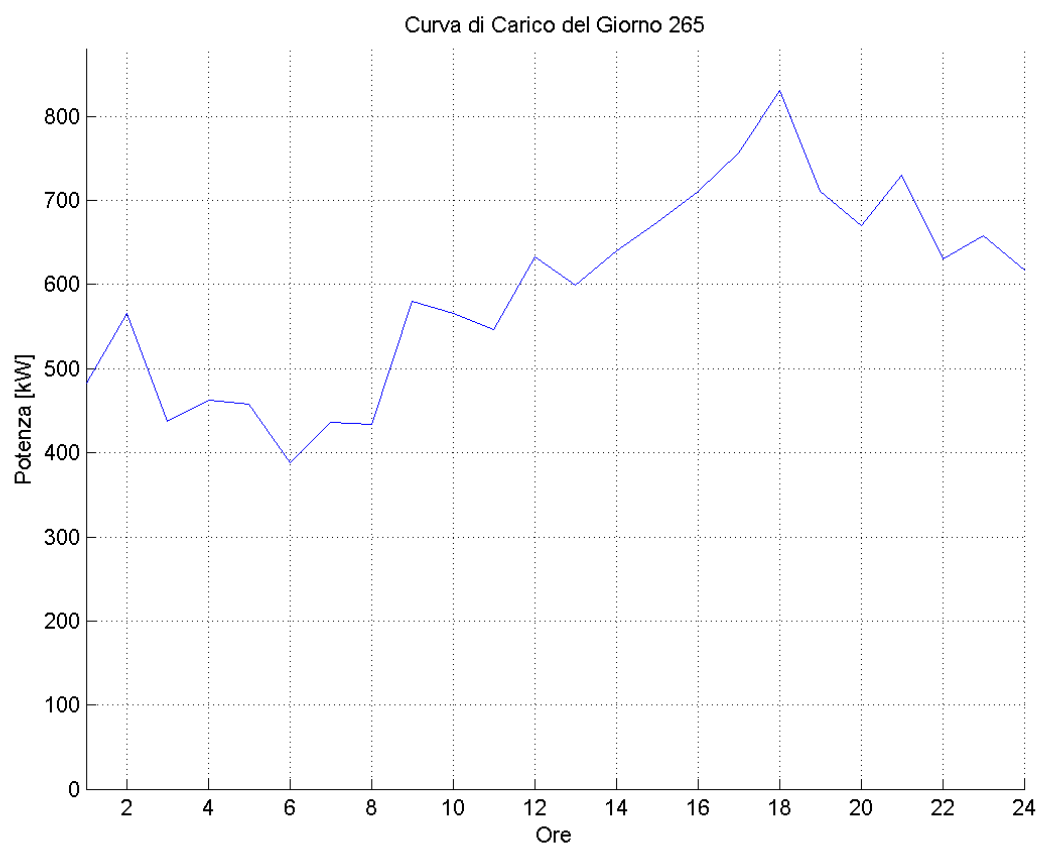


Figura 31 - Carico giornaliero del mese di Settembre (2016), Conselve Vigneti e Cantine.

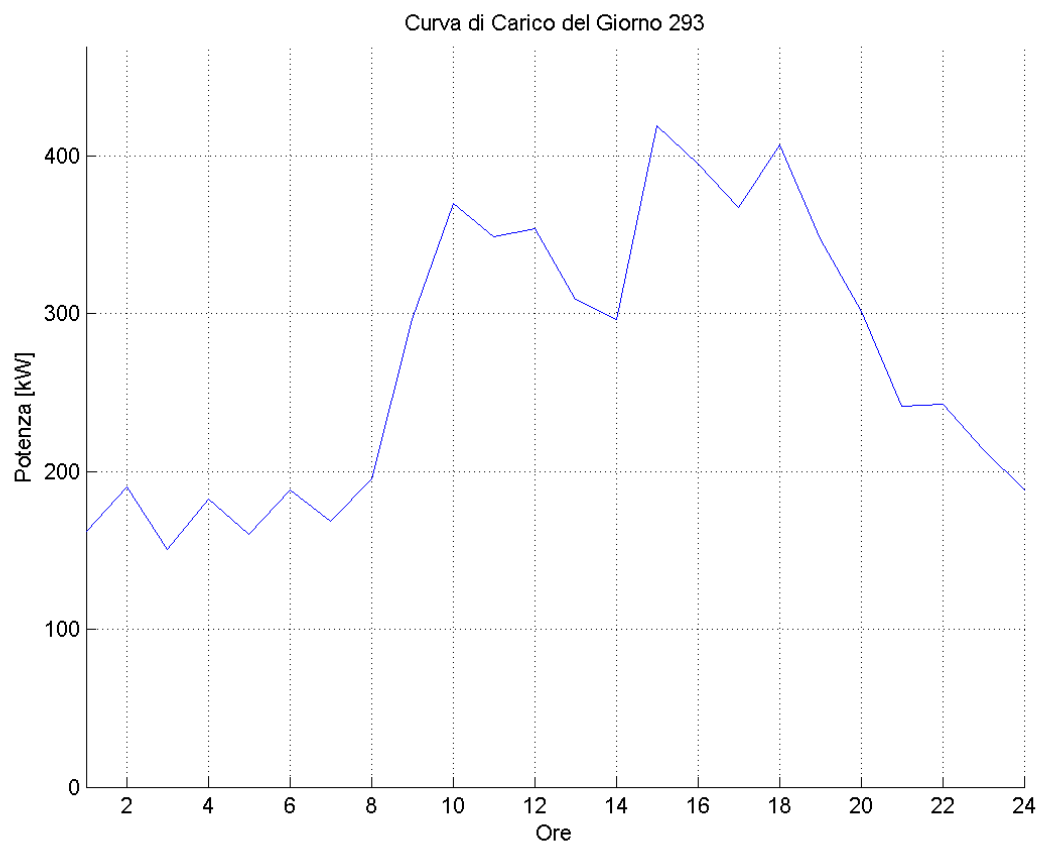


Figura 32 - Carico giornaliero del mese di Ottobre (2016), Conselve Vigneti e Cantine.

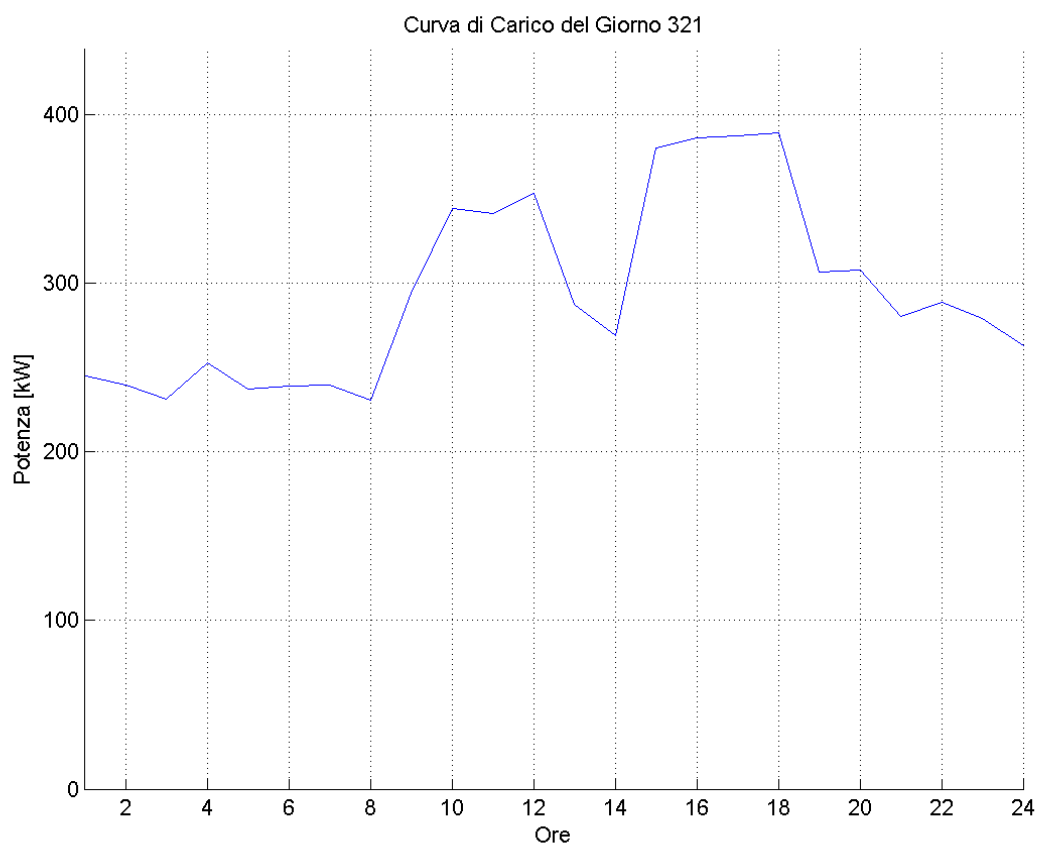


Figura 33 - Carico giornaliero del mese di Novembre (2016), Conselve Vigneti e Cantine.

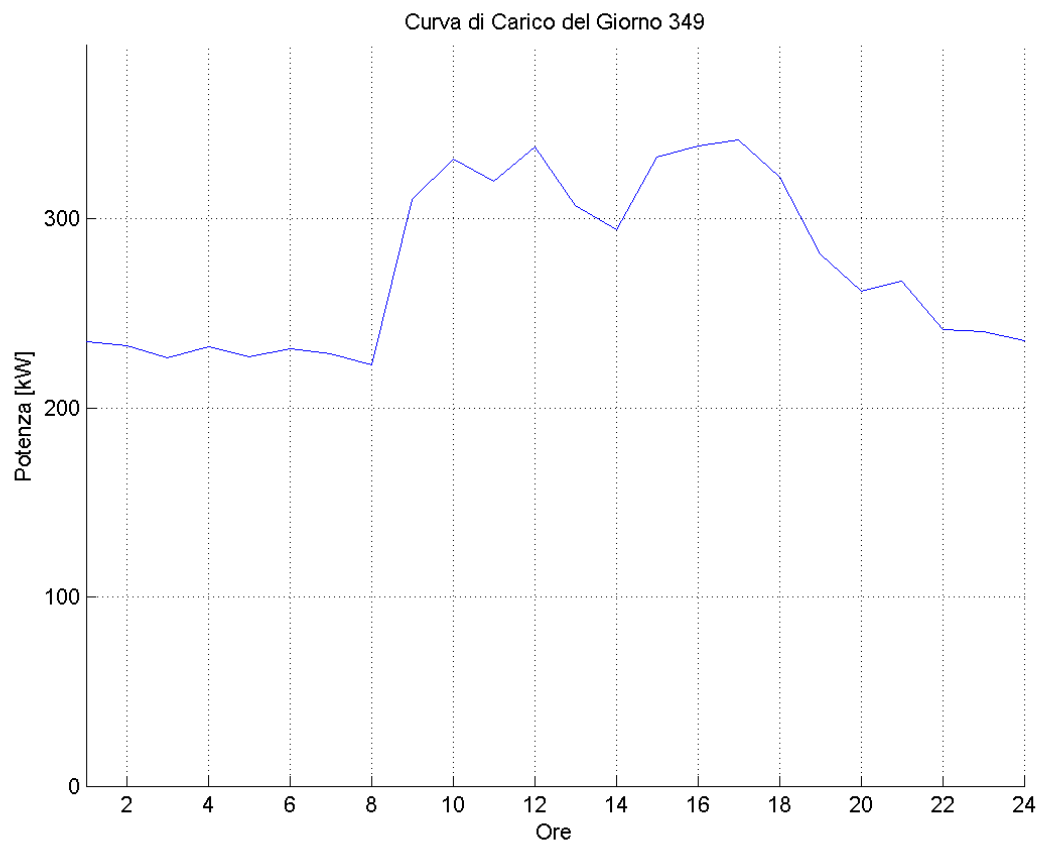


Figura 33 - Carico giornaliero del mese di Dicembre (2016), Conselve Vigneti e Cantine.

Per tutto l'anno si ha perciò un consumo costante, dato probabilmente dai sistemi di raffreddamento e riscaldamento per il mantenimento di ambienti idonei alla maturazione e conservazione del vino, affinché quest'ultimo non perda le sue proprietà. Oltre al consumo elettrico, è stato stimato il contributo fotovoltaico, cioè l'energia prodotta dal sistema di pannelli fotovoltaici già installati in cantina.

Il sistema di generazione fotovoltaica si costituisce di 415 moduli fotovoltaici collegati a formare 20 stringhe di lunghezza variabile. Il modulo, di marca Schott Solar modello Poly 230, è in silicio policristallino di potenza nominale pari a 230 W di picco; le stringhe sono collegate a coppie ad un singolo *inverter* (complessivamente sono presenti 10 *inverter*). Il sistema ha una potenza di picco di 95.45 kW, una producibilità annua attesa di 97359 kWh ed è collegato in parallelo con il sistema elettrico. L'energia prodotta è destinata all'uso diretto da parte della cantina stessa, mentre l'eventuale eccedenza viene ceduta alla rete con la modalità dello scambio sul posto. Ai fini di una buona stima, si è tenuto conto, con un fattore correttivo, dell'orientamento pari a 45° in direzione sud-est e dell'inclinazione di 11° rispetto all'orizzontale; poi, si è considerata una perdita totale del sistema pari al 23.1%, come riportata dalle schede tecniche del sistema, e si sono sfruttati i database dell'Agenzia Regionale per la Prevenzione e Protezione Ambientale del Veneto (ARPAV) utilizzando la seguente relazione per stimare il rendimento del pannello in funzione della sua temperatura:

$$\eta_{modulo\ fotovoltaico} = 1 - \frac{0.5}{100} (T_{noct} - T_{modulo})$$

dove:  $T_{noct} = 47.2\text{ }^{\circ}\text{C}$

$$T_{modulo} = 0.943 T_{amb} + 0.028 Irr - 1.528 V_{wind} + 4.3\text{ }[^{\circ}\text{C}]^{11}$$

temperatura dei moduli, in funzione di:

$T_{amb}$  – temperatura ambiente;

$Irr$  – radiazione solare;

$V_{wind}$  – velocità del vento.

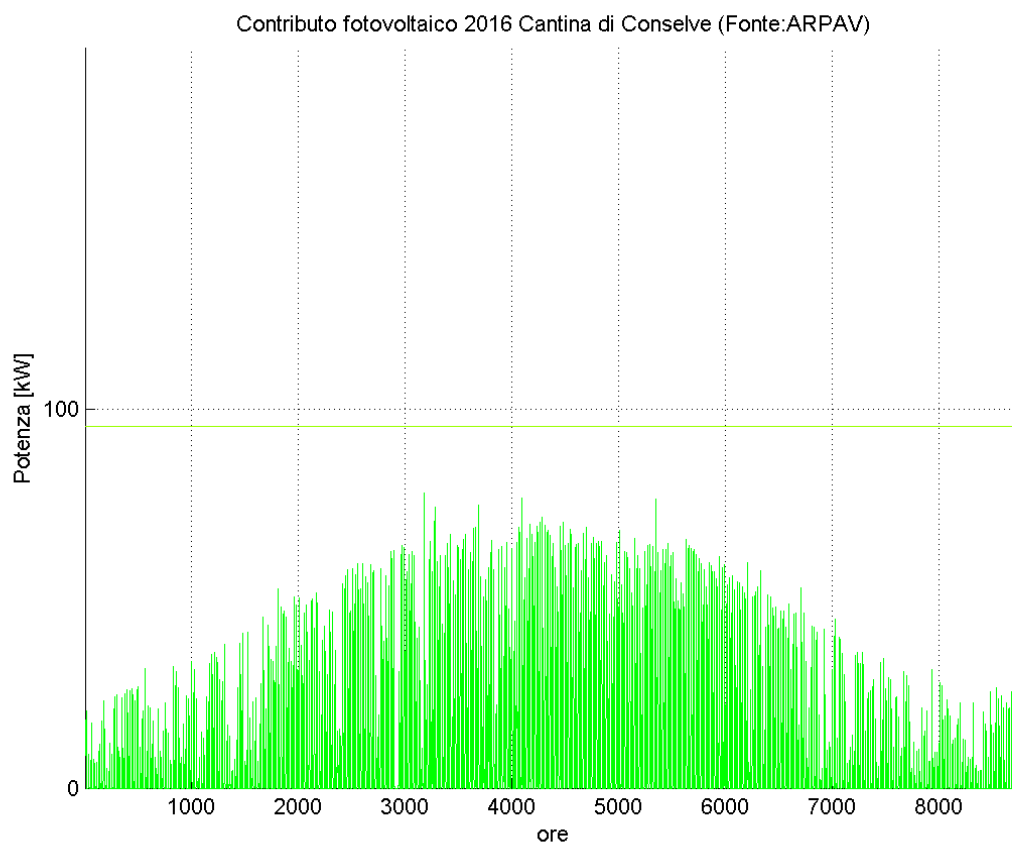
Ai fini di una maggior precisione di stima si sono riportati i valori di radiazione solare giornaliera, ricavati dai database dell'ARPAV, a valori orari, così da permettere una sottrazione diretta dalla curva oraria del fabbisogno elettrico. A tal scopo, si sono considerati i valori orari di radiazione solare forniti da uno strumento del Centro Comune di Ricerca della Commissione Europea: definita la *curva di radiazione giornaliera*, la si è poi tradotta in termini relativi;

---

<sup>11</sup>Schiro F. (2012). *Sistemi di raffreddamento per moduli fotovoltaici: analisi delle possibili configurazioni, modellazione teorica e studio di un impianto esistente*. Tesi di laurea, DII, Università degli Studi di Padova.

infine, si sono adattati i valori giornalieri ARPAV alla curva con dettaglio orario. Tra i due sistemi di misurazione della radiazione solare giornaliera si è preferito considerare i valori dell'ARPAV perché inferiori, rimanendo quindi in termini cautelativi.

L'energia prodotta dal sistema fotovoltaico installato in cantina presenta, pertanto, questo andamento:



*Figura 34 - Contributo fotovoltaico (2016), Conselve Vigneti e Cantine*

Di seguito vengono riportati i dettagli mensili del fabbisogno elettrico e del contributo di energia da parte del sistema fotovoltaico installato in cantina.

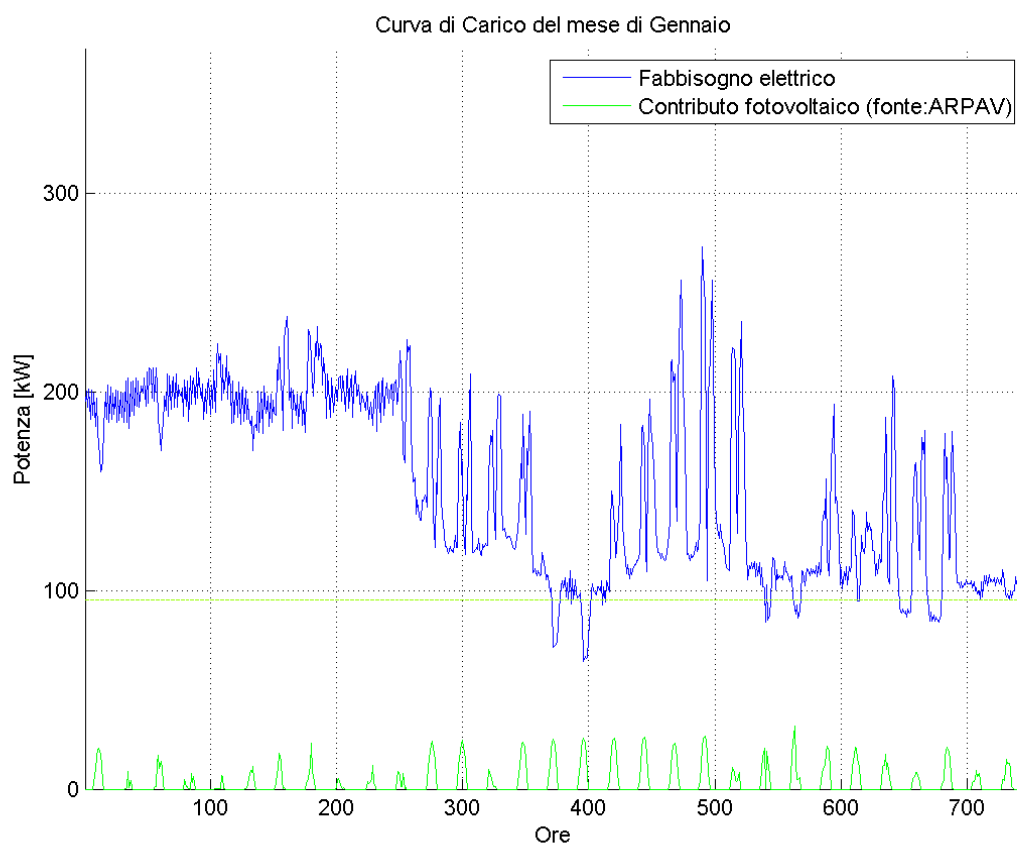


Figura 34 - Carico giornaliero del mese di Gennaio (2016), Conselve Vigneti e Cantine.

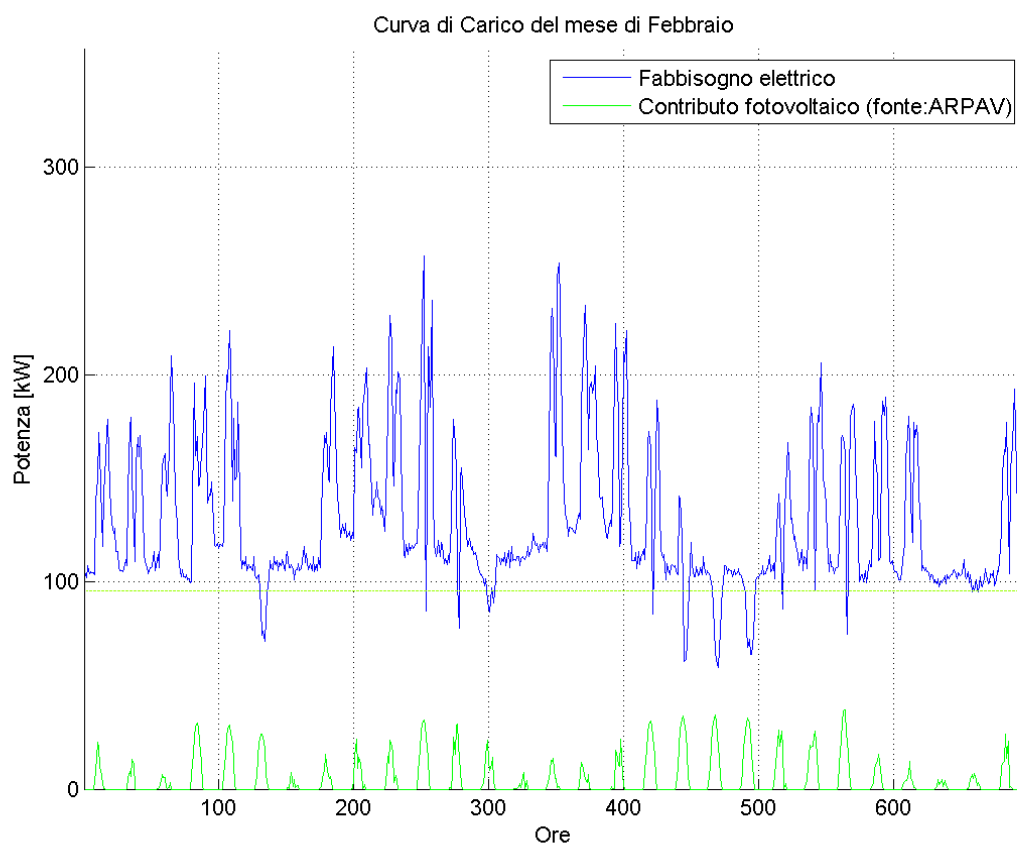


Figura 34 - Carico giornaliero del mese di Febbraio (2016), Conselve Vigneti e Cantine.

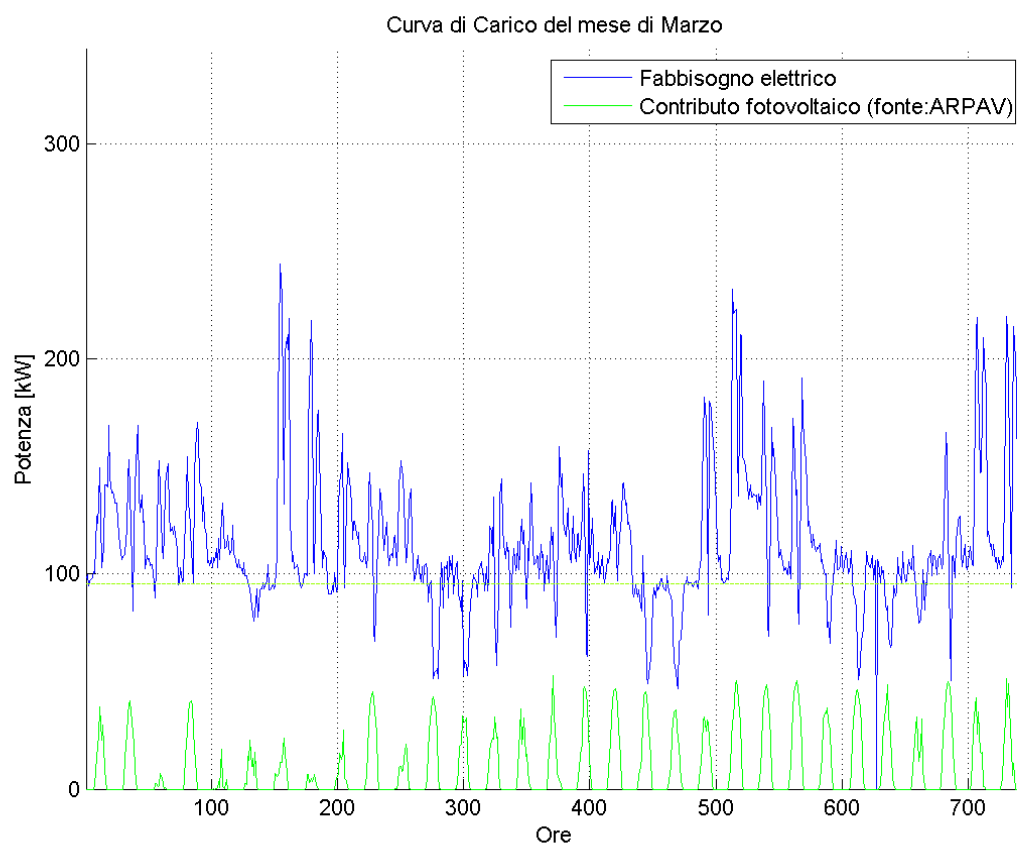


Figura 35 - Carico giornaliero del mese di Marzo (2016), Conselve Vigneti e Cantine.

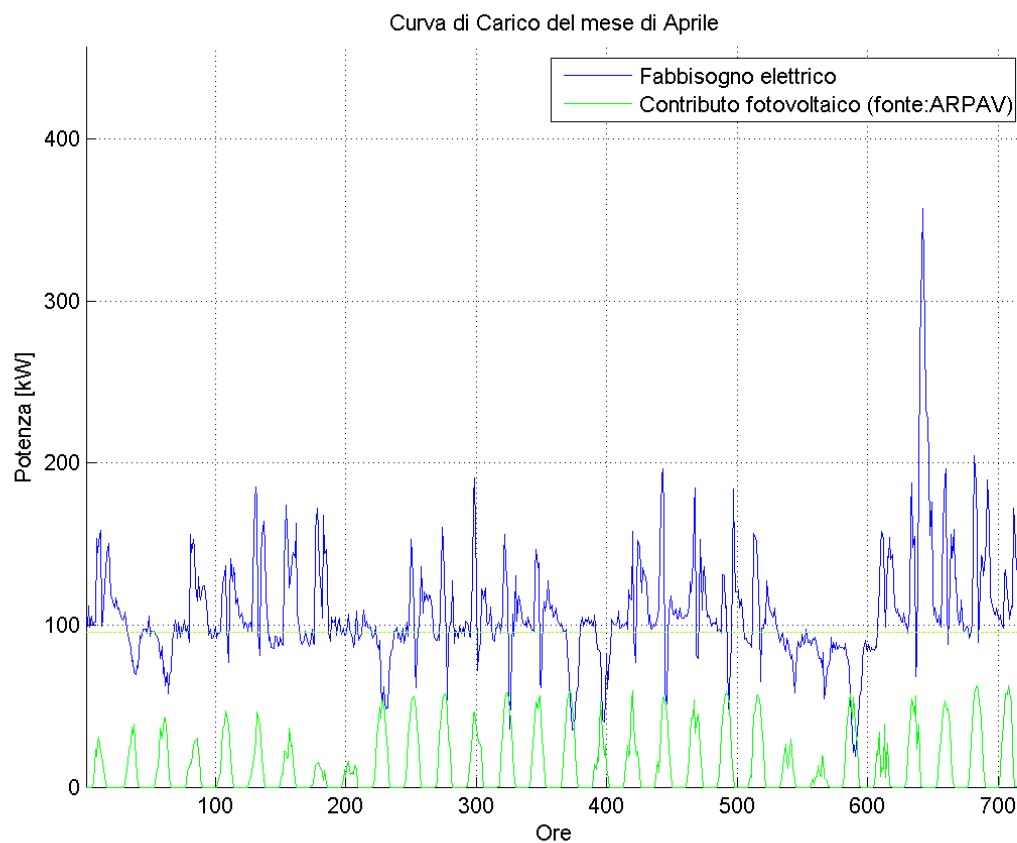


Figura 36 - Carico giornaliero del mese di Aprile (2016), Conselve Vigneti e Cantine.

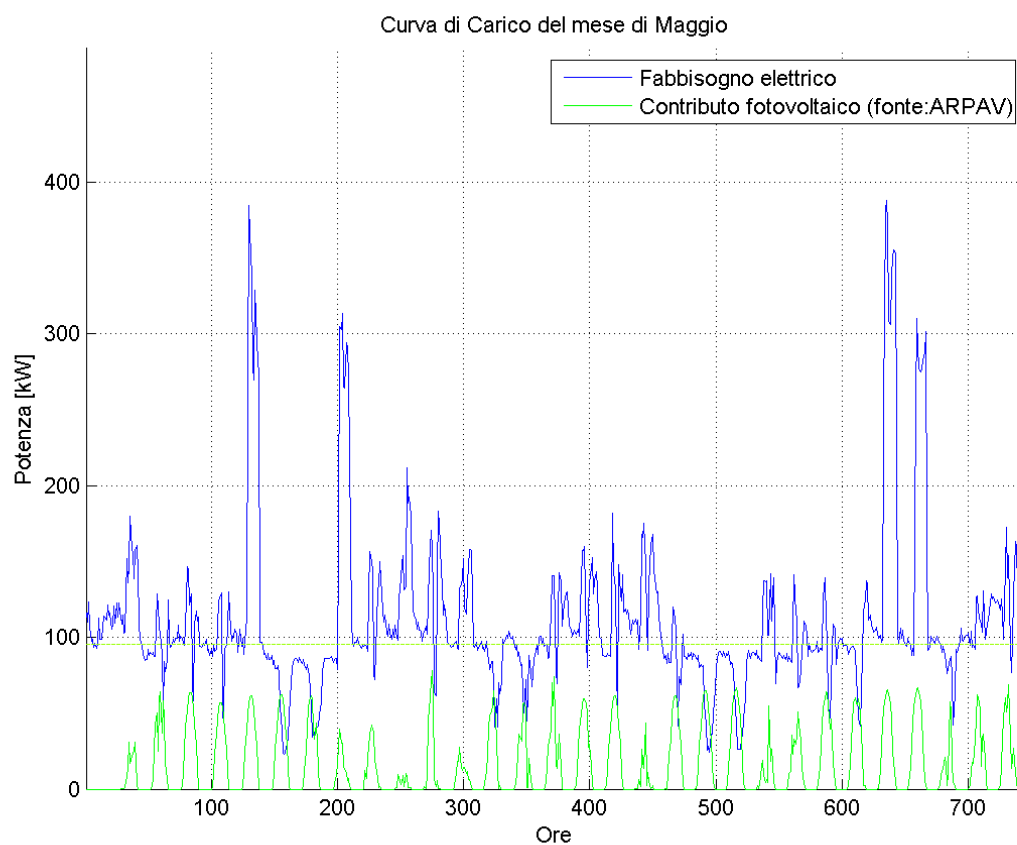


Figura 37 - Carico giornaliero del mese di Maggio (2016), Conselve Vigneti e Cantine.

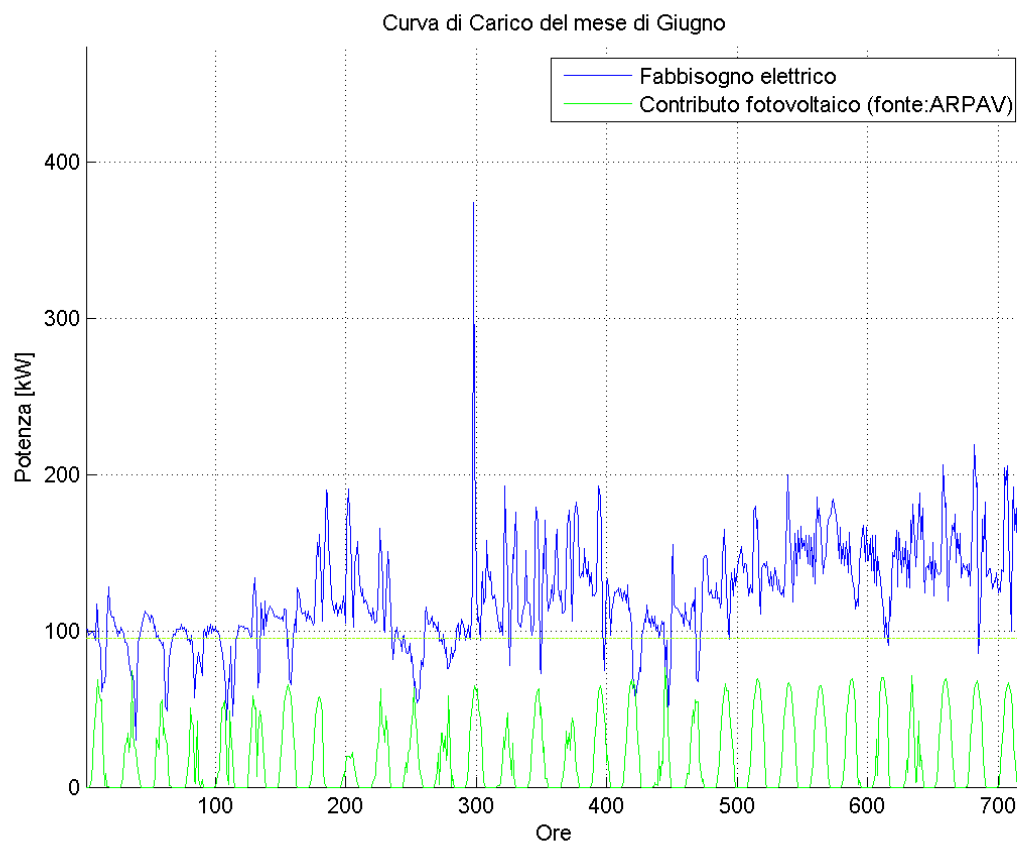


Figura 38 - Carico giornaliero del mese di Giugno (2016), Conselve Vigneti e Cantine.

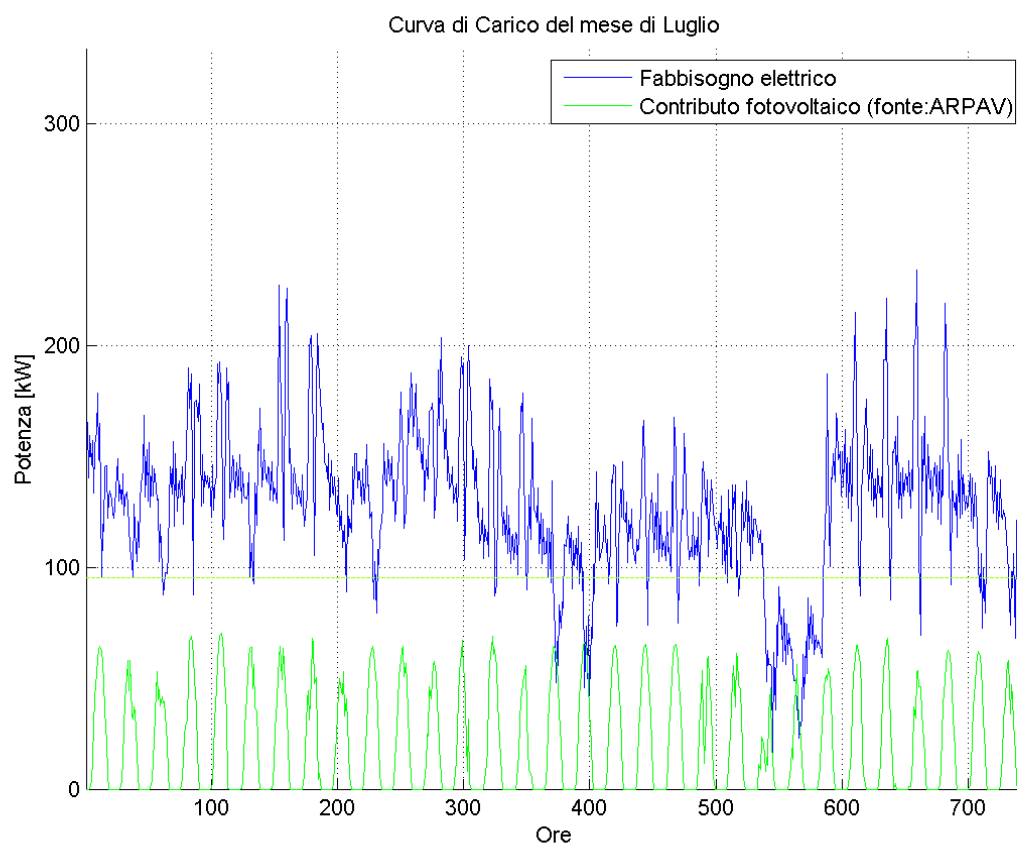


Figura 39 - Carico giornaliero del mese di Luglio (2016), Conselve Vigneti e Cantine.

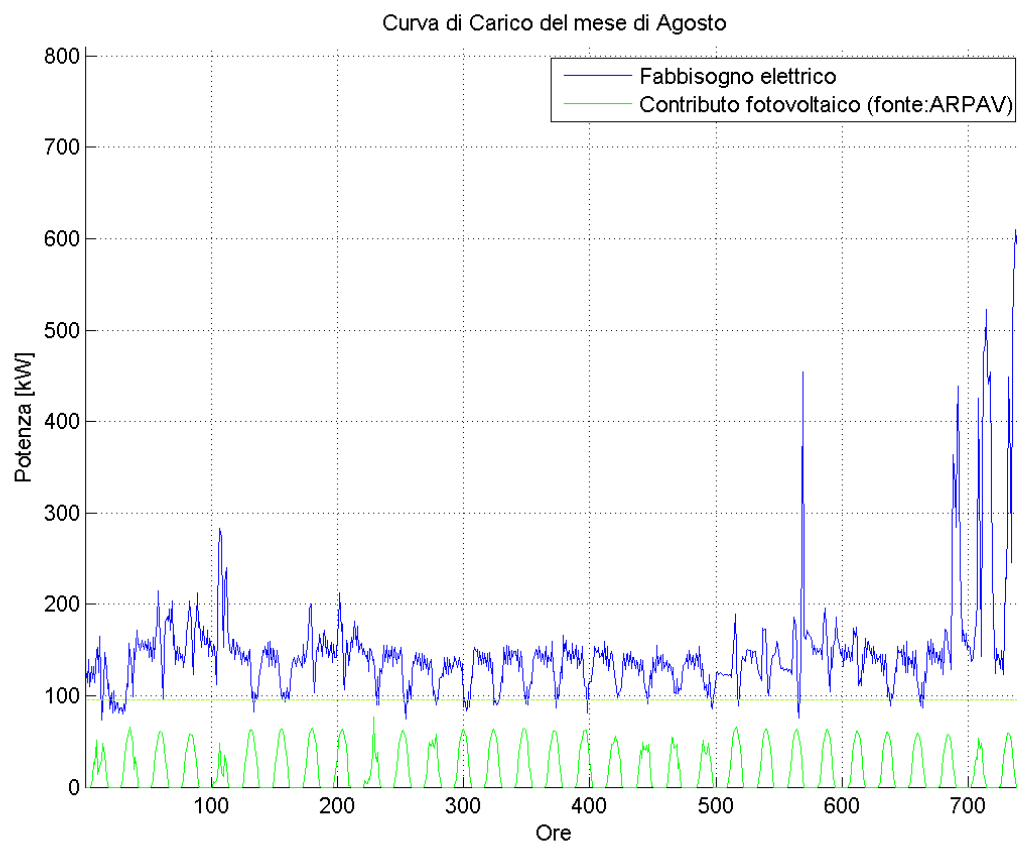


Figura 40 - Carico giornaliero del mese di Agosto (2016), Conselve Vigneti e Cantine.



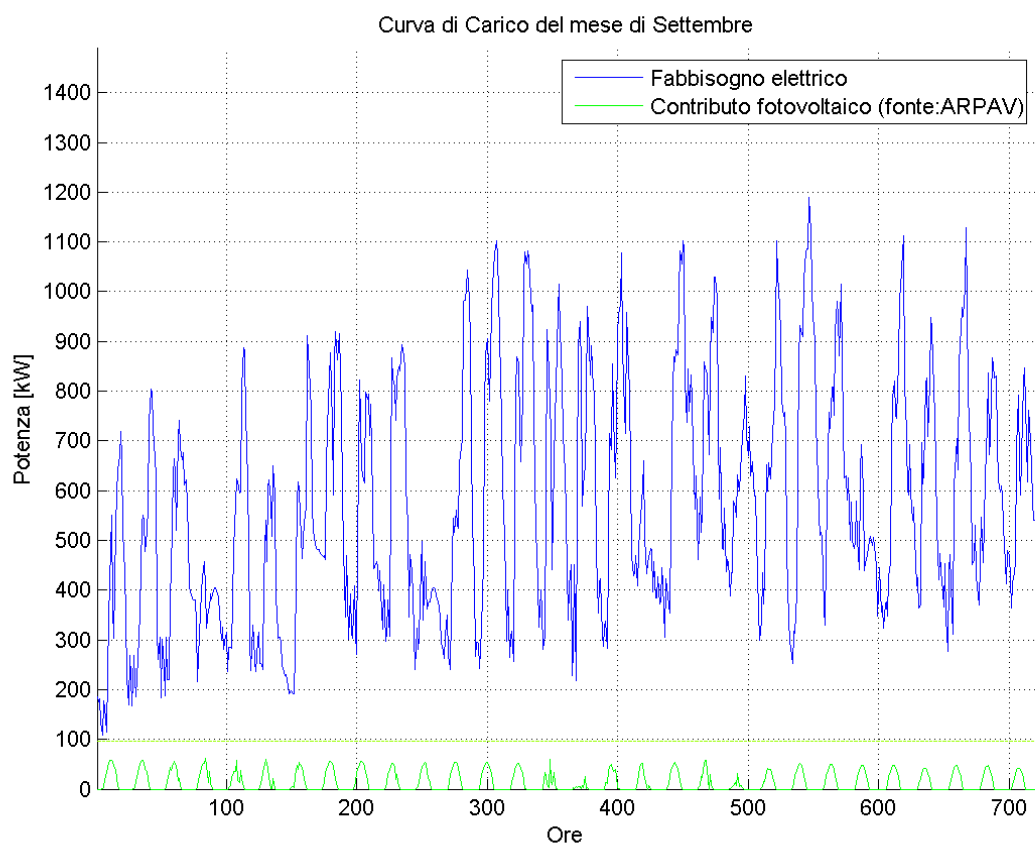


Figura 41 - Carico giornaliero del mese di Settembre (2016), Conselve Vigneti e Cantine.

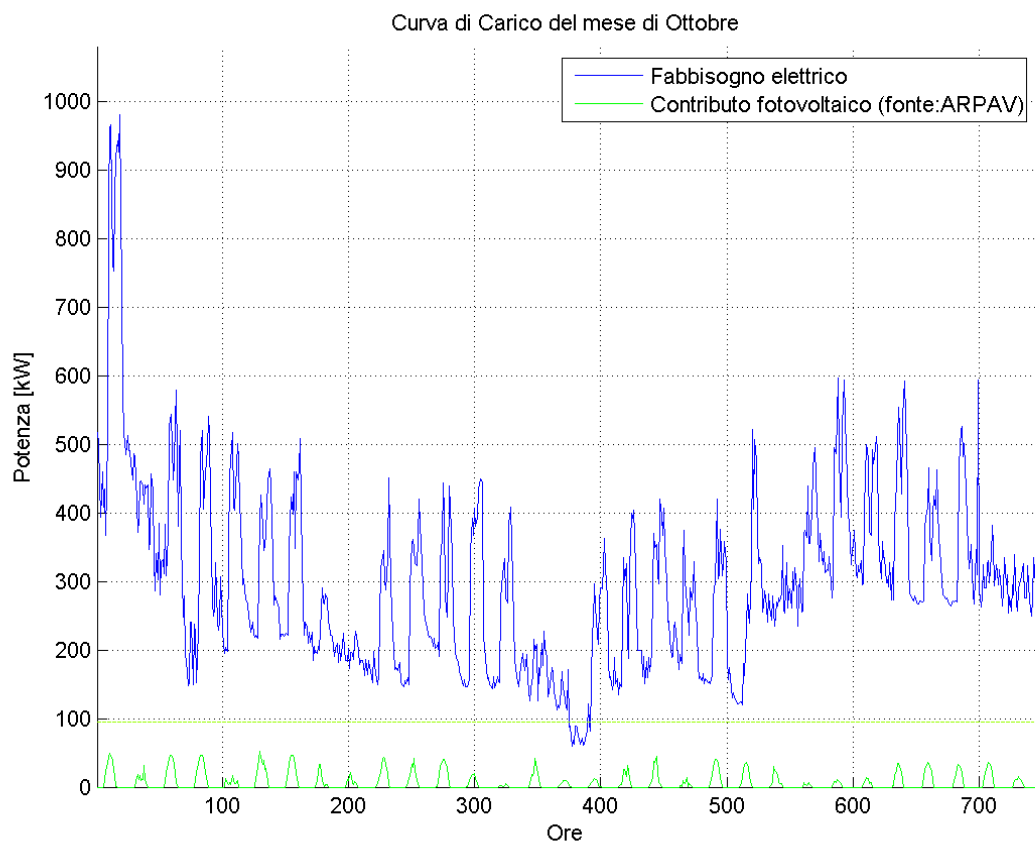


Figura 42 - Carico giornaliero del mese di Ottobre (2016), Conselve Vigneti e Cantine.

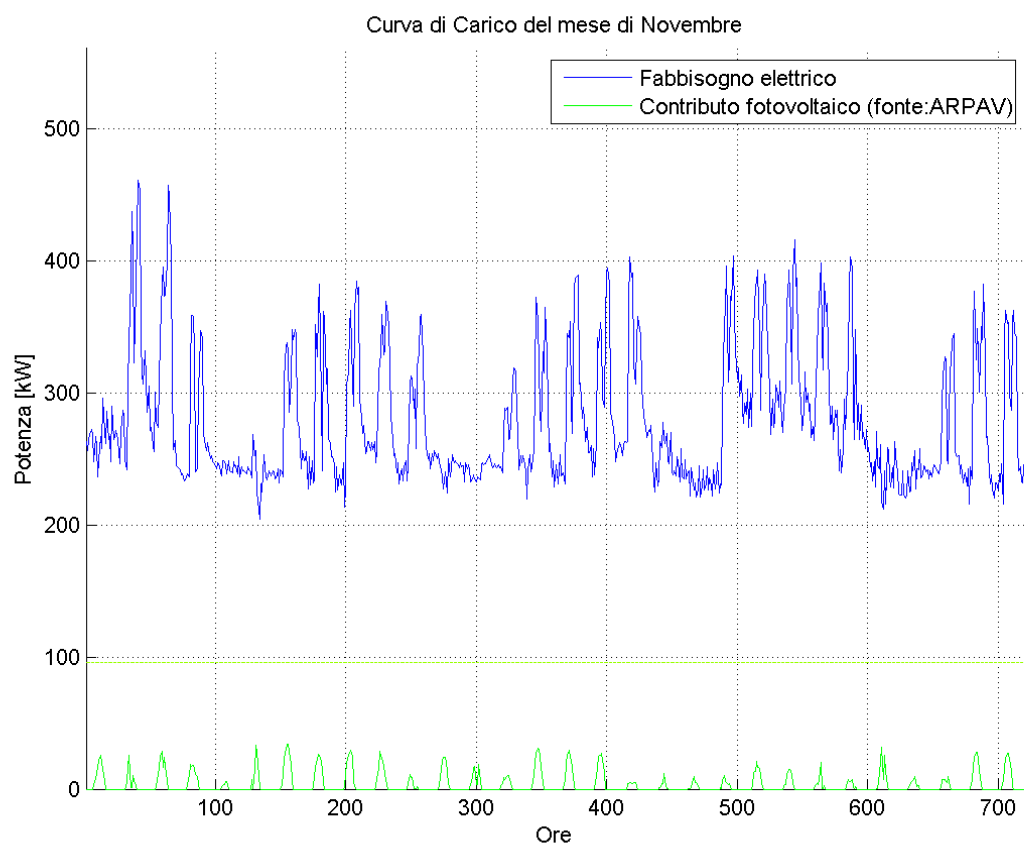


Figura 43 - Carico giornaliero del mese di Novembre (2016), Conselve Vigneti e Cantine.

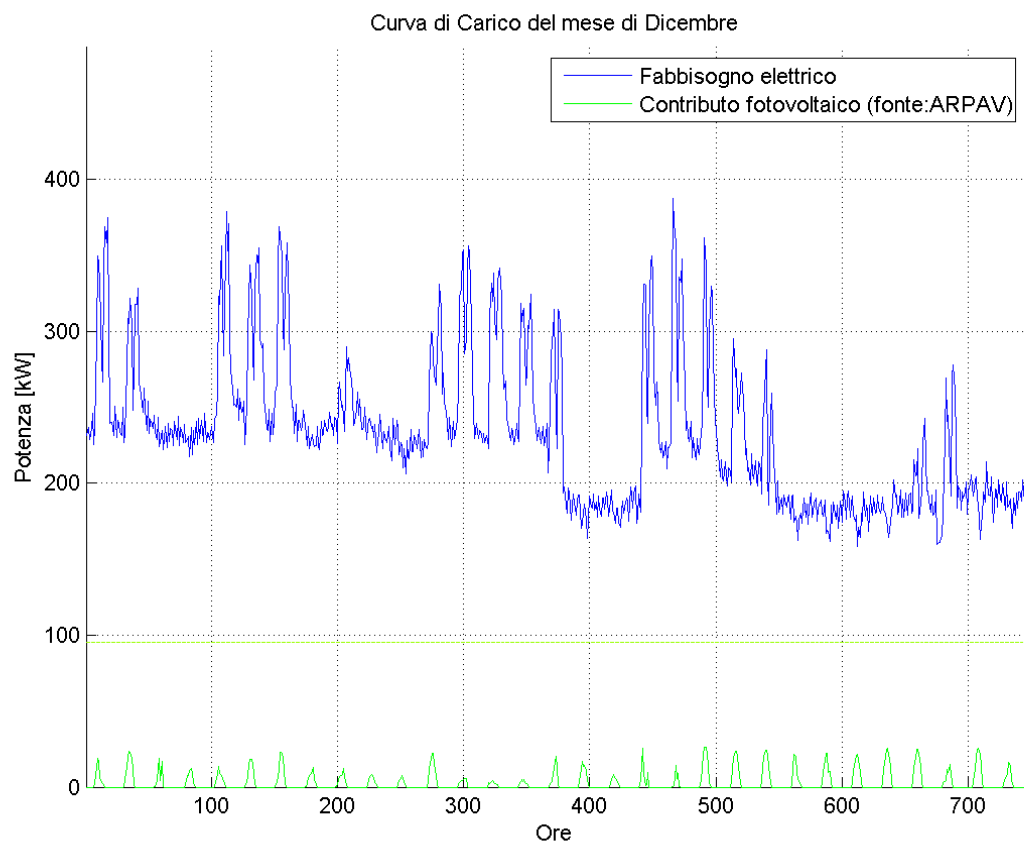
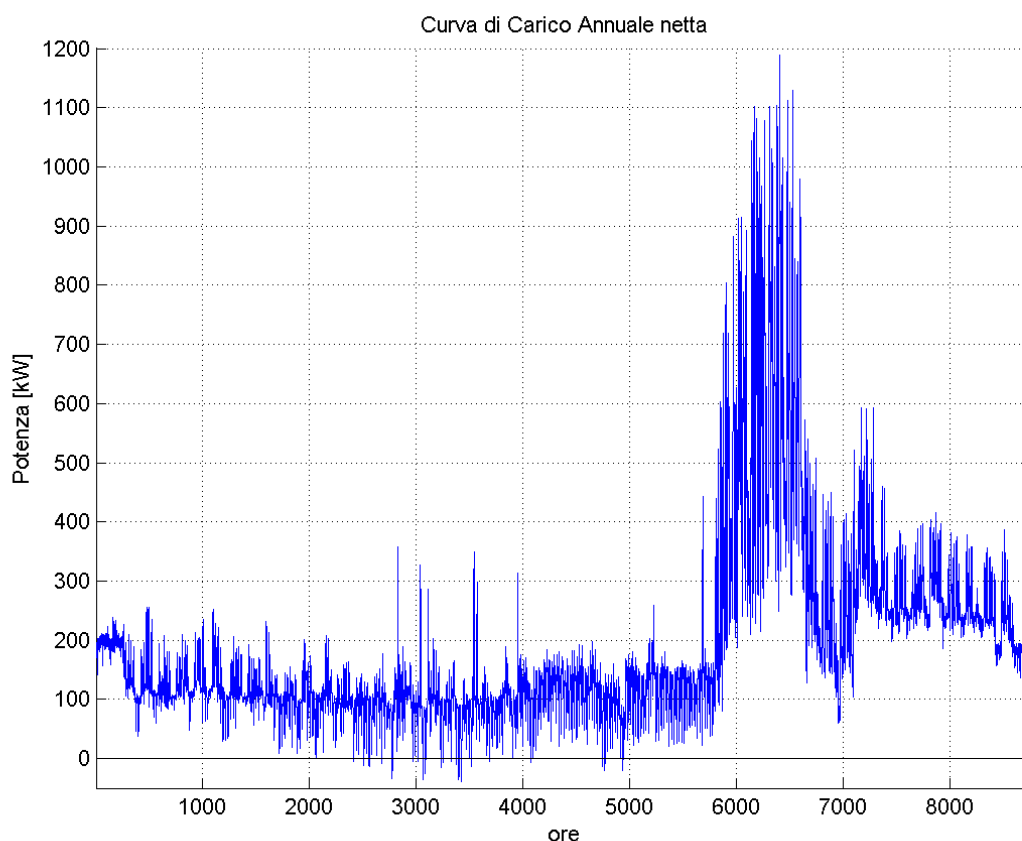


Figura 44 - Carico giornaliero del mese di Dicembre (2016), Conselve Vigneti e Cantine.

Dai dettagli mensili si può notare la grande differenza di fabbisogno elettrico della cantina. Per valutare la possibilità di installare un sistema Caldaia + ORC, al fine di sfruttare energeticamente i sarmenti prodotti nei vigneti asserventi la cantina in esame, si è proceduto detraendo dal fabbisogno elettrico il contributo fotovoltaico ora per ora, ottenendo così la curva del fabbisogno della cantina netta.



*Figura 45 - Curva di carico annuale netta (2016), Conselve Vigneti e Cantine.*

Si nota un leggero abbassamento della curva con alcuni tratti in cui il generatore fotovoltaico produce più di quanto richiesto in cantina; come già riportato in questi casi, l'energia in eccesso viene ceduta alla Rete Nazionale con il meccanismo dello scambio sul posto.

Al fine di definire quali sistemi di generazione dell'energia elettrica con sistema ORC, alimentato dalla combustione in caldaia dei sarmenti prodotti nei diversi vigneti, meglio si prestano alla richiesta energetica della cantina, si è costruita una curva cumulata al netto del contributo fornito dal sistema fotovoltaico e si è individuato un valore di potenza richiesto per almeno 6000 ore; Rispetto a questo valore, sono poi state considerate diverse soluzioni sia in termini di sistemi ORC che di caldaie. I valori di PCI usati per tale valutazione sono:

- 4.6 kWh/kg, derivato da uno studio sull'uso energetico dei sarmenti di vite supervisionato dall'Associazione Italiana Energie Agroforestali nel 2009;

- 3.99 kWh/kg ottenuto dalle analisi del Laboratorio Biomasse dell'Università Politecnica delle Marche su commissione della centrale di Finale Emilia, alla quale vengono consegnati i sarmenti della cantina di Cona<sup>12</sup>.

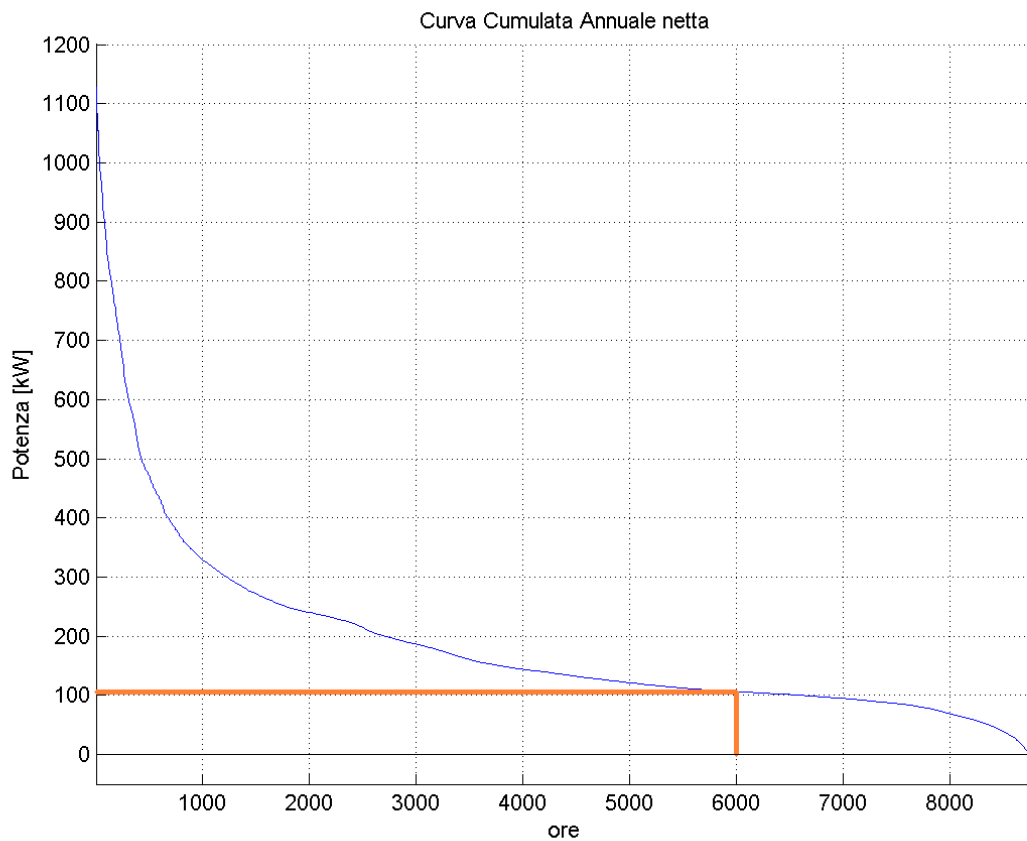


Figura 46 - Curva cumulata netta, 2016, Conselve Vigneti e Cantine

La curva cumulata dà indicazioni su quale taglia meglio si presta al nostro carico: per 6000 ore (cioè quasi il 70% dell'anno) i consumi non si abbassano sotto i 106.4 kW, quindi questo è il valore intorno al quale sono stati scelti i sistemi ORC e le relative caldaie di alimentazione.

<sup>12</sup> Le analisi portano la dicitura “potature” quindi potrebbero non essere esclusivamente sarmenti di vite.

### 5.5.1. Sistema ORC e caldaia a biomassa.

Per questo valore di potenza elettrica richiesto, l'analisi di diversi sistemi ORC presenti nel mercato ha fornito i seguenti risultati:

- **Zuccato ZE100LT**

Prodotto da un'azienda che si avvale delle più avanzate tecnologie, questo turbogeneratore è pensato per operare all'interno di un Ciclo Rankine Organico a bassa temperatura, sfruttando uno speciale fluido di lavoro. Il sistema offre migliori rendimenti e diversi vantaggi rispetto alle tradizionali turbine a vapore: si compone di un preriscaldatore, un evaporatore dove il fluido di lavoro acquista calore e cambia di stato, incrementando la pressione dello stesso; una turbina radiale ad ugelli fissi, accoppiata direttamente all'albero del generatore, e messa in rotazione da un fluido di lavoro caratterizzato da un'elevata temperatura di condensazione (che permette l'uso di torri di raffreddamento tradizionali) e completamente asciutto (nessuna erosione delle turbine).



Figura 47 - ZE100LT (fonte: [www.zuccatoenergia.it](http://www.zuccatoenergia.it))

Questo è un fluido *ozone friendly*, organico, atossico e interamente biodegradabile, lavorante in un circuito chiuso, che comporta limitate e rare integrazioni, ad una pressione relativamente bassa (20 bar) che si traducono in maggior sicurezza e costi inferiori. Il sistema fornisce in uscita 100 kWe.

Il preriscaldatore-evaporatore necessita di una potenza di circa 850 kW, pari a 9.84 kg/s di acqua surriscaldata che passa da una temperatura di alimentazione non inferiore ai 160 °C a circa 140 °C. Questo flusso di calore viene fornito dalla caldaia, la cui scelta, limitata dall'elevata temperatura dell'acqua surriscaldata richiesta, ha fornito i seguenti risultati:

- *Viessmann Vitoflex 300-SRT*, caldaia automatica a biomassa con alimentazione a griglia mobile piana da 850 a 13000 kW (in questo caso si sceglierà la taglia più piccola), idonea all'uso continuato anche oltre le 8000 ore. Questa caldaia può gestire biomassa dal contenuto d'acqua fino al 60%, senza che si riscontrino perdite di potenza; è caratterizzata da tre giri di fumo completi a 6 bar con emissioni ridotte,

una griglia mobile a gradini regolabile con azionamento idraulico, alimentazione diretta tramite spintore a taglio o coclea raffreddati ad acqua, e un sistema di rimozione delle ceneri, tramite coclea o in un contenitore (elemento da non sottovalutare nella combustione di sarmenti di vite, in quanto caratterizzati da un'elevata produzione di ceneri rispetto al legno tradizionale). In assenza di un valore di rendimento da scheda, si considera un rendimento della caldaia di 0.9, valore generico per caldaie a biomassa.

Considerando entrambi i valori di PCI, spiegati precedentemente, si può valutare il flusso orario di sarmenti necessari all'alimentazione del sistema:

$$P_{biomassa} = \frac{P_{th,richiesta}}{\eta_{caldaia}} = \frac{850}{0.9} = 944.44 \text{ kW}$$

$$\text{Flusso combustibile} = \frac{P_{biomassa}}{PCI} = 205.31 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \text{ (con } PCI_{AIEL} = 4.6 \frac{\text{kWh}}{\text{kg}})$$

$$\text{Flusso combustibile} = \frac{P_{biomassa}}{PCI} = 236.41 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \text{ (con } PCI_{UNIVPM} = 3.99 \frac{\text{kWh}}{\text{kg}})$$

È possibile quindi calcolare per quante ore si può alimentare il sistema, rapportando il flusso di combustibile richiesto alla disponibilità annua dei sarmenti e confrontare questo valore con il numero di ore di cui la cantina necessita dell'energia in questione, valutando così la fattibilità di soddisfare parte di questo fabbisogno con i rifiuti provenienti dalla potatura invernale della vite.

$$\text{Ore alimentabili} = \frac{\text{Produzione annua sarmenti}}{\text{Flusso combustibile}} = 6865.24 \frac{\text{h}}{\text{y}} \text{ (AIEL)}$$

$$\text{Ore alimentabili} = \frac{\text{Produzione annua sarmenti}}{\text{Flusso combustibile}} = 5962.31 \frac{\text{h}}{\text{y}} \text{ (UNIVPM)}$$

Considerato che la fornitura di 100 kWe è richiesta per un numero di ore pari a 6635, si nota come in questo caso i sarmenti prodotti dai vigneti asserventi alla cantina in questione bastano solo nel caso il PCI effettivo sia più vicino ai 4.6 kWh/kg, altrimenti è necessario integrare il carico di combustibile con altre fonti.

- **Enogia ENO-100**

Dotati di un innovativo micro-turboespansore, i sistemi di produzione di energia di Enogia permettono moduli ORC estremamente compatti, che integrati a generatori ad alta velocità permettono affidabilità ed efficienza elevate. Questo sistema ORC produce 100 kWe con un rendimento tra il 6 e il 10%; il sistema necessita di circa 1250 kWth corrispondenti ad un flusso 7.46 kg/s di acqua e glicole entrante alla temperatura di 100 °C e uscente a una di

60 °C: una temperatura di 100 °C risulta accessibile a più modelli di caldaie, ma allo stesso tempo un minor rendimento (il rendimento della ZE100LT si aggira attorno al 12%) comporta un consumo molto maggiore di biomassa.

- *Viessmann Vitoflex 300-SRT*, ripetendo quanto fatto precedentemente otteniamo, con questa combinazione:

$$P_{biomassa} = \frac{P_{th,richiesta}}{\eta_{caldaia}} = \frac{1250}{0.90} = 1388.90 \text{ kW}$$

$$\text{Flusso combustibile} = \frac{P_{biomassa}}{PCI} = 301.93 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \text{ (con } PCI_{AIEL} = 4.6 \frac{\text{kWh}}{\text{kg}})$$

$$\text{Flusso combustibile} = \frac{P_{biomassa}}{PCI} = 347.66 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \text{ (con } PCI_{UNIVPM} = 3.99 \frac{\text{kWh}}{\text{kg}})$$

$$\text{Ore alimentabili} = \frac{\text{Produzione annua sarmenti}}{\text{Flusso combustibile}} = 4668.36 \frac{\text{h}}{\text{y}} \text{ (AIEL)}$$

$$\text{Ore alimentabili} = \frac{\text{Produzione annua sarmenti}}{\text{Flusso combustibile}} = 4054.37 \frac{\text{h}}{\text{y}} \text{ (UNIVPM)}$$

Si nota come in ogni caso con questa combinazione non si riesca a coprire il fabbisogno della cantina e sia eventualmente necessario ottenere il rimanente quantitativo di combustibile da altre fonti.

- *Uniconfort Global-120*, proveniente da un'azienda che opera dal 1955 nel settore della termotecnica d'avanguardia e specializzata nella produzione di tecnologie per la conversione energetica delle biomasse, è caratterizzato da un bruciatore a griglia mobile e alimentazione a spintore, che permette di gestire combustibili con umidità fino al 120% su base secca e pezzatura fino a 5x5x30cm; la geometria della caldaia

prevede quattro giri di fumo per massimizzare i tempi di permanenza dei fumi negli scambiatori; inoltre, la camera di combustione dall'elevato volume permette una combustione tranquilla con elevati tempi di permanenza dei fumi ad alta temperatura che si

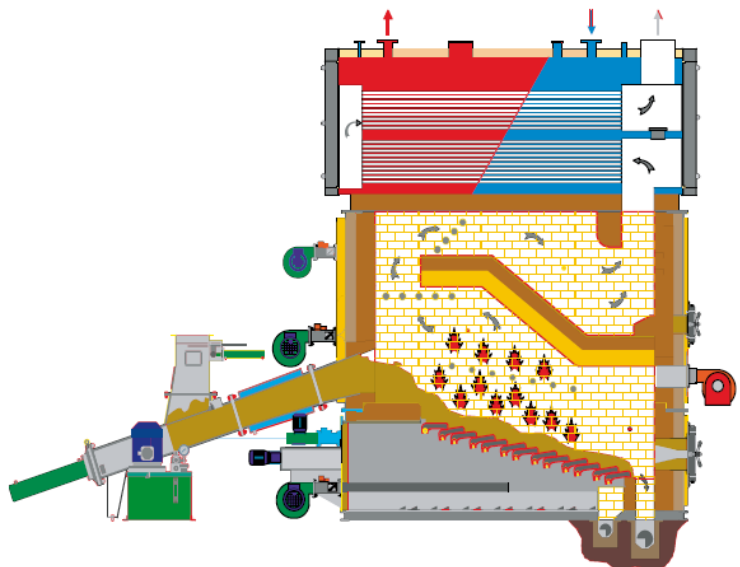


Figura 48 - Uniconfort Global (fonte: [www.uniconfort.com](http://www.uniconfort.com))

traduce in una produzione inferiore di inquinanti e nella decantazione delle ceneri nella camera stessa. La caldaia produce, in funzione al tipo di scambiatore posto in sommità, acqua calda a 95 °C e 2 bar, acqua surriscaldata a 150°C e 5 bar, vapore saturo a 12 bar, oppure olio diatermico alla temperatura di 300 °C (nel nostro caso siamo interessati all'acqua surriscaldata).

La caldaia è in grado di fornire fino a 1392 kWth e considerando un rendimento generico di circa 0.9 si ottengono gli stessi valori di flusso di combustibile e di ore che si è in grado di alimentare del caso precedente, il che fa capire che anche questo impianto ORC non si presta molto bene alla situazione della cantina.

- **ElectramTherm Power+ 6500**

Altro sistema ORC che fornisce 110 kW<sub>e</sub>, abbassando quindi le ore di funzionamento a 5698, richiede 1600 kWth (con rendimento intorno al 7%) sotto forma di acqua surriscaldata della portata di circa 22.1 kg/s, entrante alla temperatura di 122°C e uscente alla temperatura di circa 102°C. Anche in questo caso, la più bassa temperatura di mandata (rispetto al primo caso) permette una maggior scelta in termini di caldaie, ma il rendimento non troppo elevato comporta un consumo maggiore di sarmenti, tale da non essere coperto dalla produzione annuale. Infatti, considerando la *Viessmann Vitoflex 300-SRT* o *Uniconfort Global-180*, due caldaie che producono acqua surriscaldata ad una temperatura sufficientemente elevata, otteniamo:

$$P_{biomassa} = \frac{P_{th,richiesta}}{\eta_{caldaia}} = \frac{1600}{0.90} = 1777.78 \text{ kW}$$

$$Flusso \text{ combustibile} = \frac{P_{biomassa}}{PCI} = 368.47 \frac{kg}{h} \text{ (con } PCI_{AIEL} = 4.6 \frac{kWh}{kg} \text{)}$$

$$Flusso \text{ combustibile} = \frac{P_{biomassa}}{PCI} = 445.00 \frac{kg}{h} \text{ (con } PCI_{UNIVPM} = 3.99 \frac{kWh}{kg} \text{)}$$

$$Ore \text{ alimentabili} = \frac{Produzione \text{ annua sarmenti}}{Flusso \text{ combustibile}} = 3647.16 \frac{h}{y} \text{ (AIEL)}$$

$$Ore \text{ alimentabili} = \frac{Produzione \text{ annua sarmenti}}{Flusso \text{ combustibile}} = 3167.47 \frac{h}{y} \text{ (UNIVPM)}$$

Non sufficienti a soddisfare completamente le 5698 ore per cui il consumo è di almeno 110 kW (si soddisfa a malapena il 65% delle ore).



- **General Electric Clean Cycle 125**

Altro sistema ORC, alimentato da 980 kWth, in particolare da un flusso di acqua calda pressurizzata di portata pari a circa 18 kg/s, entrante alla temperatura di 143 °C e uscente alla temperatura di 127 °C (il rendimento di tale sistema è di circa 12.8%).

Anche in questo caso l'elevata temperatura a cui è richiesta l'acqua di alimentazione pone come scelte la *Viessmann Vitoflex 300-SRT* o *Uniconfort Global-120*.

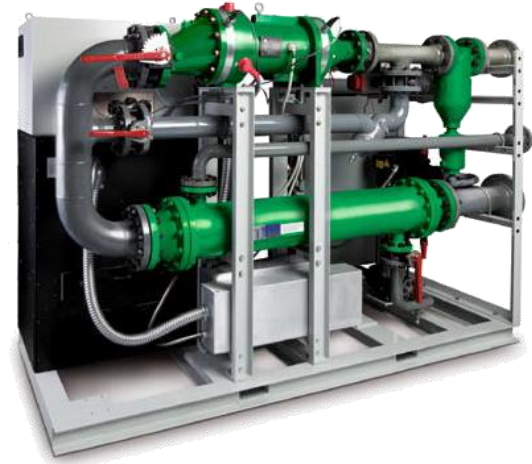


Figura 49 - GE Clean Cycle 125 (fonte: [www.geheatrecovery.com](http://www.geheatrecovery.com))

$$P_{biomassa} = \frac{P_{th,richiesta}}{\eta_{caldaia}} = \frac{980}{0.90} = 1089 \text{ kW}$$

$$\text{Flusso combustibile} = \frac{P_{biomassa}}{PCI} = 236.71 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \text{ (con } PCI_{AIEL} = 4.6 \frac{\text{kWh}}{\text{kg}})$$

$$\text{Flusso combustibile} = \frac{P_{biomassa}}{PCI} = 272.56 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \text{ (con } PCI_{UNIVPM} = 3.99 \frac{\text{kWh}}{\text{kg}})$$

$$\text{Ore alimentabili} = \frac{\text{Produzione annua sarmenti}}{\text{Flusso combustibile}} = 5954.54 \frac{\text{h}}{\text{y}} \text{ (AIEL)}$$

$$\text{Ore alimentabili} = \frac{\text{Produzione annua sarmenti}}{\text{Flusso combustibile}} = 5171.39 \frac{\text{h}}{\text{y}} \text{ (UNIVPM)}$$

Questi risultati, confrontati con le 4823 ore per cui sono richiesti almeno 125 kW ci danno un riscontro positivo circa la fattibilità di soddisfare parte dei consumi della cantina con il recupero energetico dei sarmenti.

- **Zuccato ZE150LT**

Generatore ORC di potenza abbastanza superiore rispetto ai valori di riferimento, tanto da portare il numero di ore per cui è richiesta una potenza di almeno 150 kW a circa 3800, come il modello da 100 kW necessita di una portata d'acqua surriscaldata di circa 13 kg/s alla temperatura di 160 °C; quest'acqua verrà poi espulsa alla temperatura di 140 °C, garantendo al sistema l'approvvigionamento di 1100 kWth. L'elevata temperatura limita la scelta della caldaia alla *Veissmann Vitoflex 300-SRT* che, considerato il generico rendimento di 0.9, comporta:

$$P_{biomassa} = \frac{P_{th,richiesta}}{\eta_{caldaia}} = \frac{1100}{0.90} = 1222.22 \text{ kW}$$

$$\text{Flusso combustibile} = \frac{P_{biomassa}}{PCI} = 265.70 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \text{ (con } PCI_{AIEL} = 4.6 \frac{\text{kWh}}{\text{kg}})$$

$$\text{Flusso combustibile} = \frac{P_{\text{biomassa}}}{PCI} = 305.94 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \left( \text{con } PCI_{\text{UNIVPM}} = 3.99 \frac{\text{kWh}}{\text{kg}} \right)$$

$$\text{Ore alimentabili} = \frac{\text{Produzione annua sarmenti}}{\text{Flusso combustibile}} = 5304.95 \frac{\text{h}}{\text{y}} \text{ (AIEL)}$$

$$\text{Ore alimentabili} = \frac{\text{Produzione annua sarmenti}}{\text{Flusso combustibile}} = 4607.24 \frac{\text{h}}{\text{y}} \text{ (UNIVPM)}$$

Se ne deduce che, anche in questo caso, il soddisfacimento del consumo parziale della cantina è realizzabile.

### • Triogen e-box 100 Power

A differenza dei sistemi di produzione ORC precedenti, nei generatori della Triogen, azienda votata fin dal 2001 alla realizzazione di soluzioni ORC compatte, modulari e di alta efficienza, lo scambio termico avviene direttamente con il flusso di fumi caldo che, mescolati all'aria esterna raggiungono una temperatura tra i 350 e i 520 °C. Tale flusso passa attraverso il filtro a ciclone, dove il contenuto di ceneri scende al di sotto di 200 mg/Nm<sup>3</sup>; in seguito, nello scambiatore di calore, cede la sua energia termica al mezzo organico (Toluene, C<sub>7</sub>H<sub>8</sub>) che dopo essere evaporato, incrementando la pressione, viene convogliato in turbina dove espande mettendo in rotazione l'albero calettato nel generatore, che produce l'energia elettrica desiderata. I fumi vengono emessi in atmosfera, dopo il passaggio attraverso altri filtri affinché le emissioni rientrino tra i termini di legge. Il modello selezionato è in grado di



Figura 50 - Triogen e-box100 (fonte: [www.triogen.nl](http://www.triogen.nl))

fornire 92 kWe al costo di

630 kWth, sotto forma di un flusso di gas della portata di 3 kg/s con una temperatura di entrata minima di 350 °C e uscente alla temperatura di almeno 160 °C. Considerando che tutte le caldaie emettono fumi a quella temperatura prendiamo un rendimento di 0.90, pertanto non la caldaia più performante se confrontato con un 0.92, caratteristico ad esempio della Viessmann Vitoflex 300 FFU/UF, pertanto otteniamo:

$$P_{\text{biomassa}} = \frac{P_{\text{th,richiesta}}}{\eta_{\text{caldaia}}} = \frac{630}{0.90} = 700 \text{ kW}$$

$$\text{Flusso combustibile} = \frac{P_{\text{biomassa}}}{PCI} = 152.17 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \left( \text{con } PCI_{\text{AIEL}} = 4.6 \frac{\text{kWh}}{\text{kg}} \right)$$

$$\text{Flusso combustibile} = \frac{P_{biomassa}}{PCI} = 175.22 \frac{kg}{h} \left( \text{con } PCI_{UNIVPM} = 3.99 \frac{kWh}{kg} \right)$$

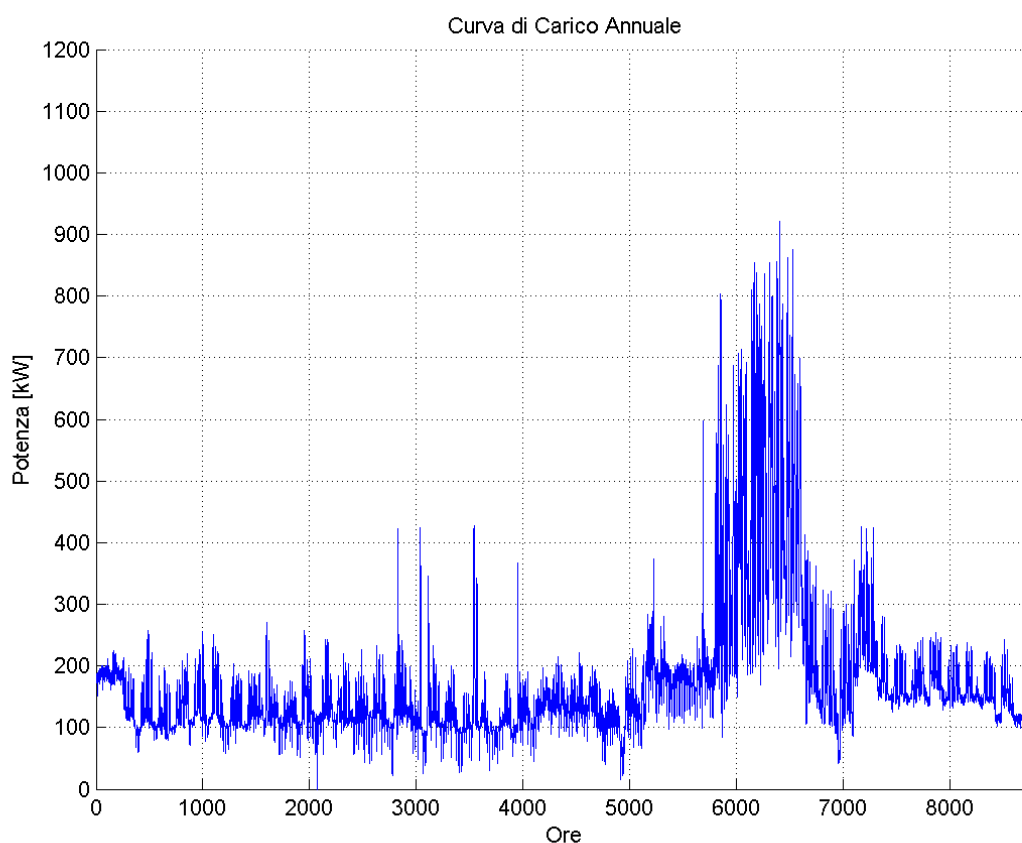
$$\text{Ore alimentabili} = \frac{\text{Produzione annua sarmenti}}{\text{Flusso combustibile}} = 9262.65 \frac{h}{y} \text{ (AIEL)}$$

$$\text{Ore alimentabili} = \frac{\text{Produzione annua sarmenti}}{\text{Flusso combustibile}} = 8044.4 \frac{h}{y} \text{ (UNIVPM)}$$

Anche in questo caso, l'alto rendimento del sistema di produzione dell'energia ORC (14.6 %) permette di alimentare il sistema con quanto prodotto dai vitigni asserventi la cantina, il cui consumo supera i 92 kWe per 7193 ore.

## 5.6. Fabbisogno elettrico della cantina di Vo e possibili soluzioni ORC.

Per la Cantina Colli Euganei, la più piccola in termini di estensioni e per la quale sono stati resi disponibili solo i valori mensili di carico, si è sfruttato il fatto che i consumi si ripartiscono in maniera simile nelle tre fasce orarie (come già evidenziato nei grafici ad inizio capitolo) nelle diverse cantine si è distribuito il carico mensile nelle diverse ore del mese, seguendo la curva di carico della cantina di Conselve. Anche il resto della trattazione segue pari passo quanto fatto per la precedente cantina, ma a differenza di Conselve, la Cantina di Vo presenta un sistema di pannelli fotovoltaici di 100 kW di picco, nonostante ciò, per il sistema fotovoltaico la trattazione è del tutto identica alla precedente.



*Figura 51 - Curva di carico Annuale (2016), Cantina Colli Euganei.*

La cantina di Vo risulta avere consumi inferiori rispetto alla cantina di Conselve, con un picco intorno ai 900 kW; a questo detraiamo ora per ora l'energia generata dal sistema fotovoltaico, andando infine a valutare un sistema che bene si presti alla curva netta.

Di seguito, si presentano la curva dell'andamento dell'energia prodotta dal sistema fotovoltaico presente in azienda e i dettagli mensili di consumo elettrico:

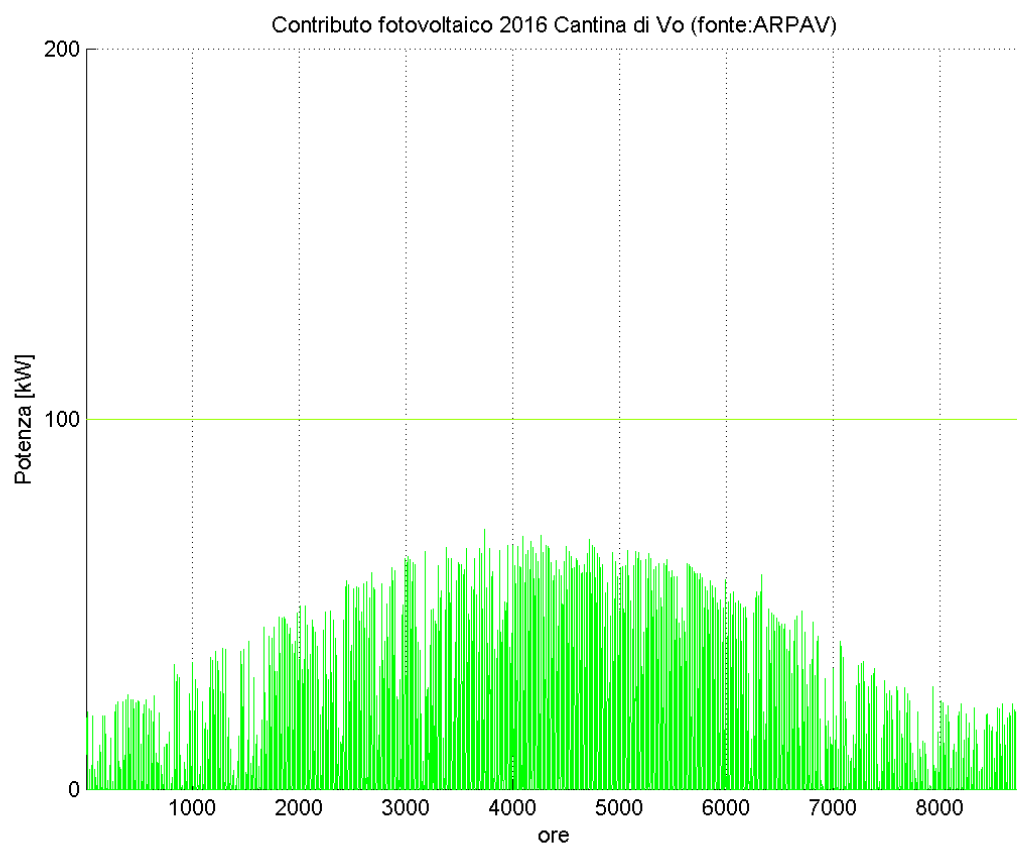


Figura 52 - Contributo fotovoltaico (2016), Cantine Colli Euganei.

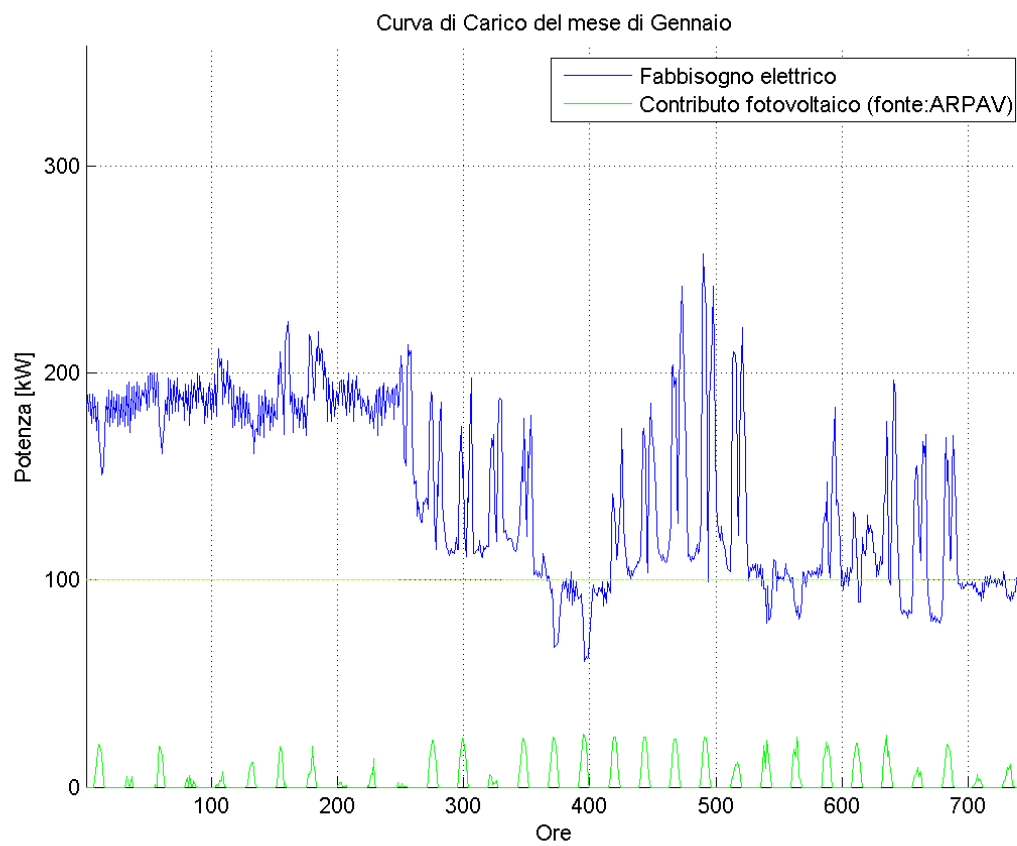


Figura 53 - Carico mensile Gennaio 2016, Cantina Colli Euganei.

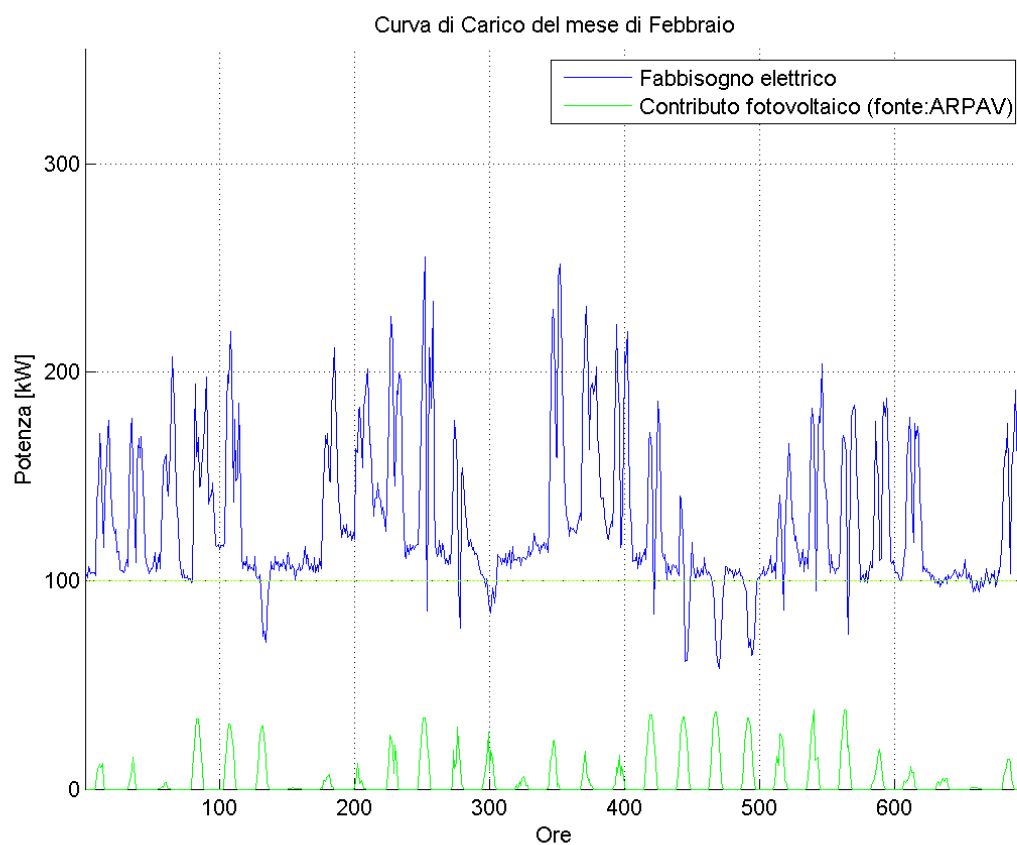


Figura 54 - Carico mensile Febbraio 2016, Cantina Colli Euganei.

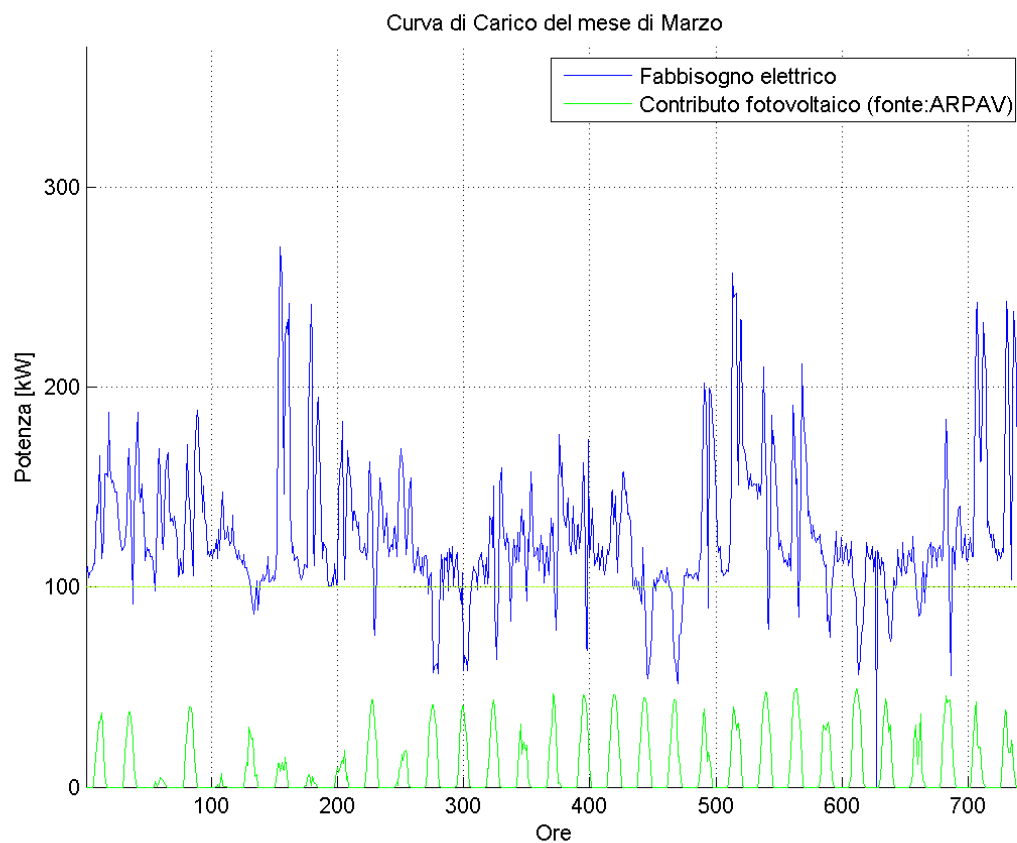


Figura 55 - Carico mensile Marzo 2016, Cantina Colli Euganei.

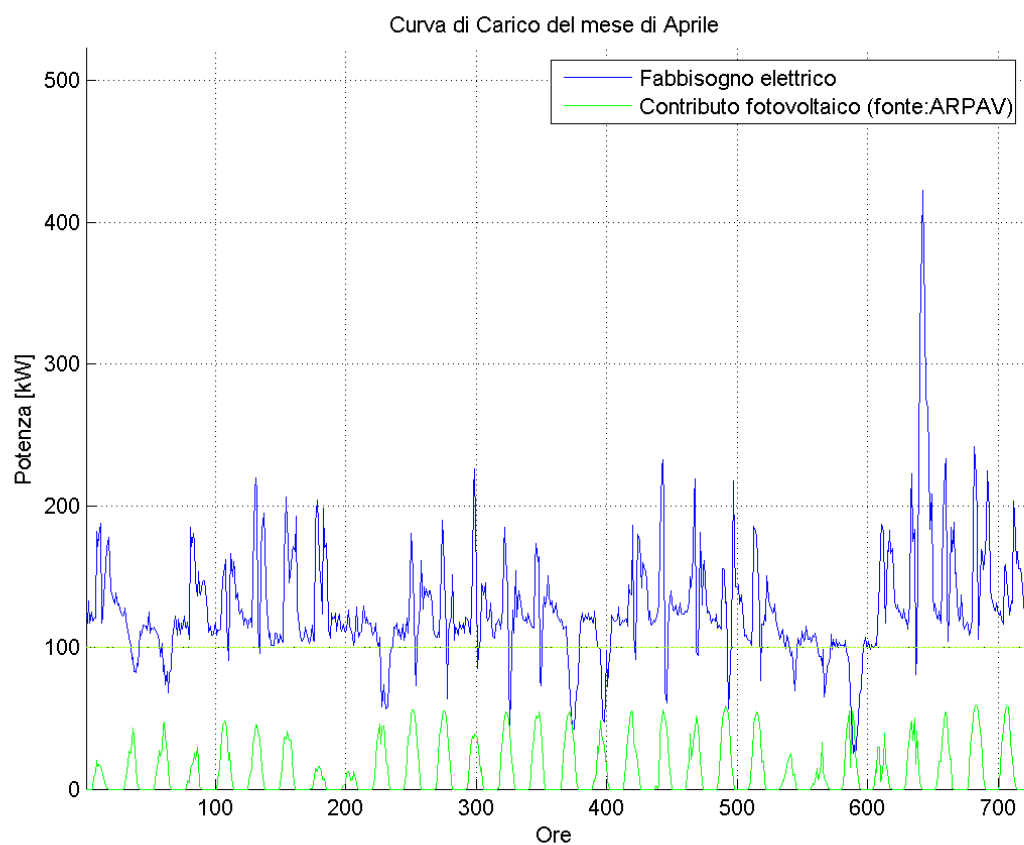


Figura 56 - Carico mensile Aprile 2016, Cantina Colli Euganei.

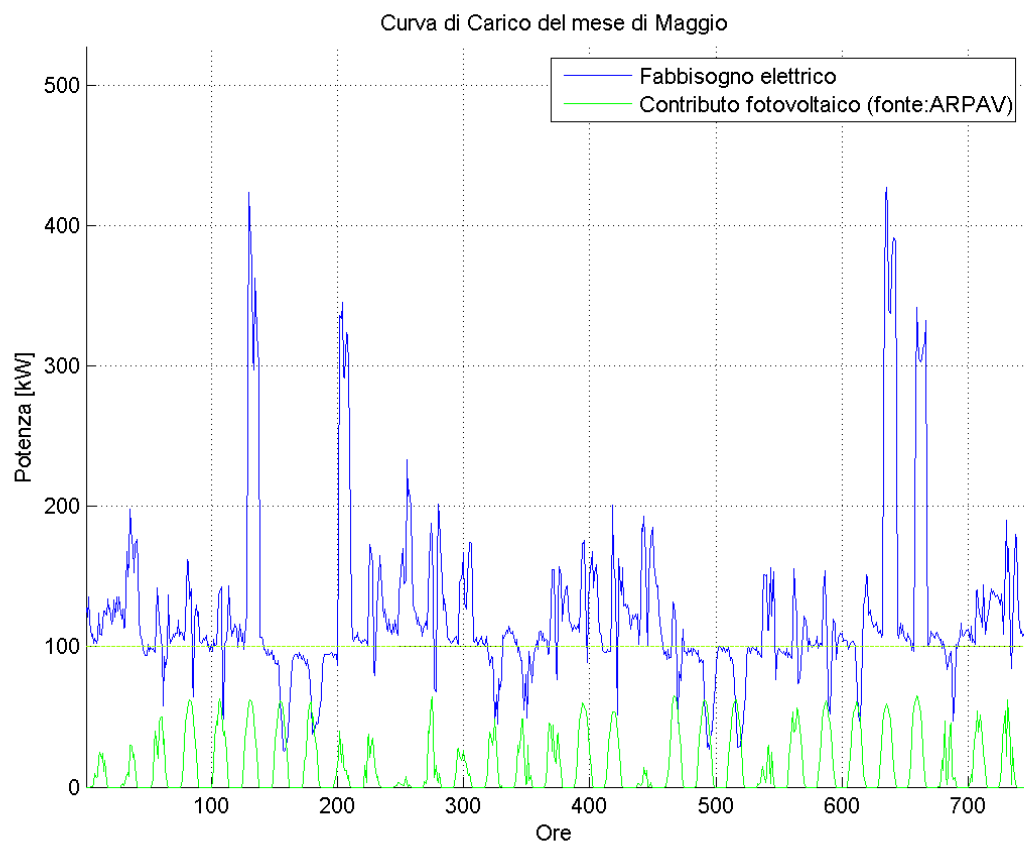


Figura 57 - Carico mensile Maggio 2016, Cantina Colli Euganei.

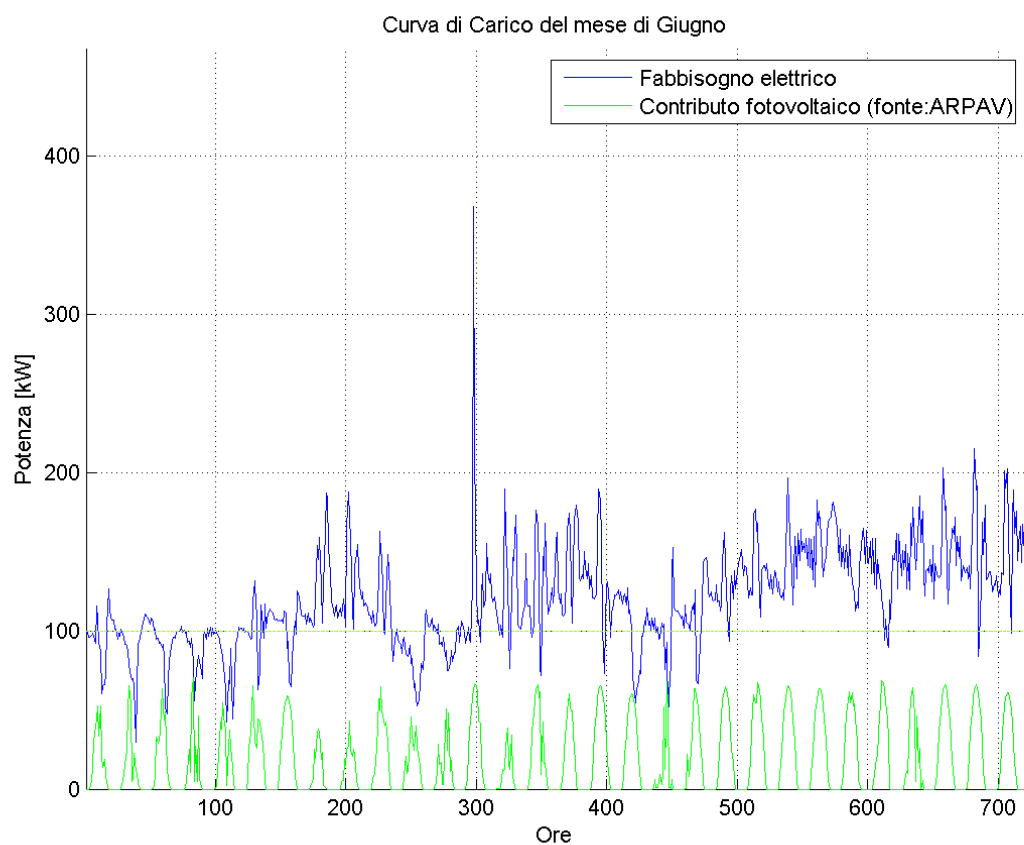


Figura 58 - Carico mensile Giugno 2016, Cantina Colli Euganei.

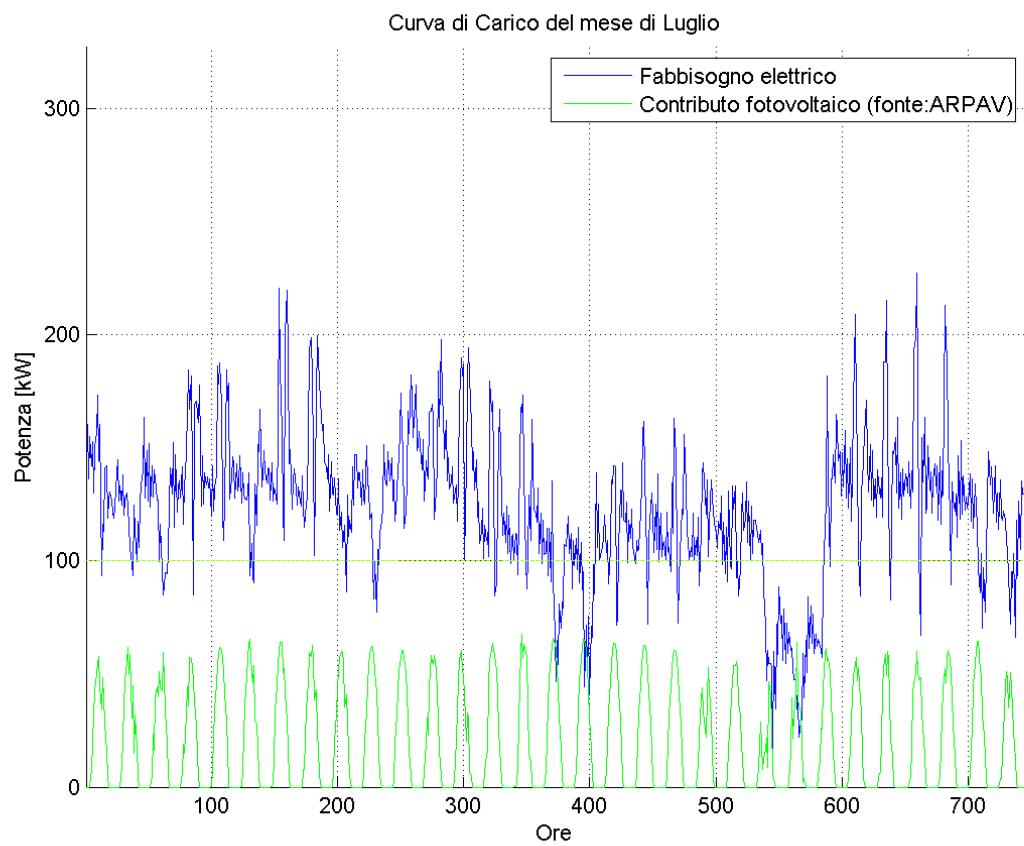


Figura 59 - Carico mensile Luglio 2016, Cantina Colli Euganei.



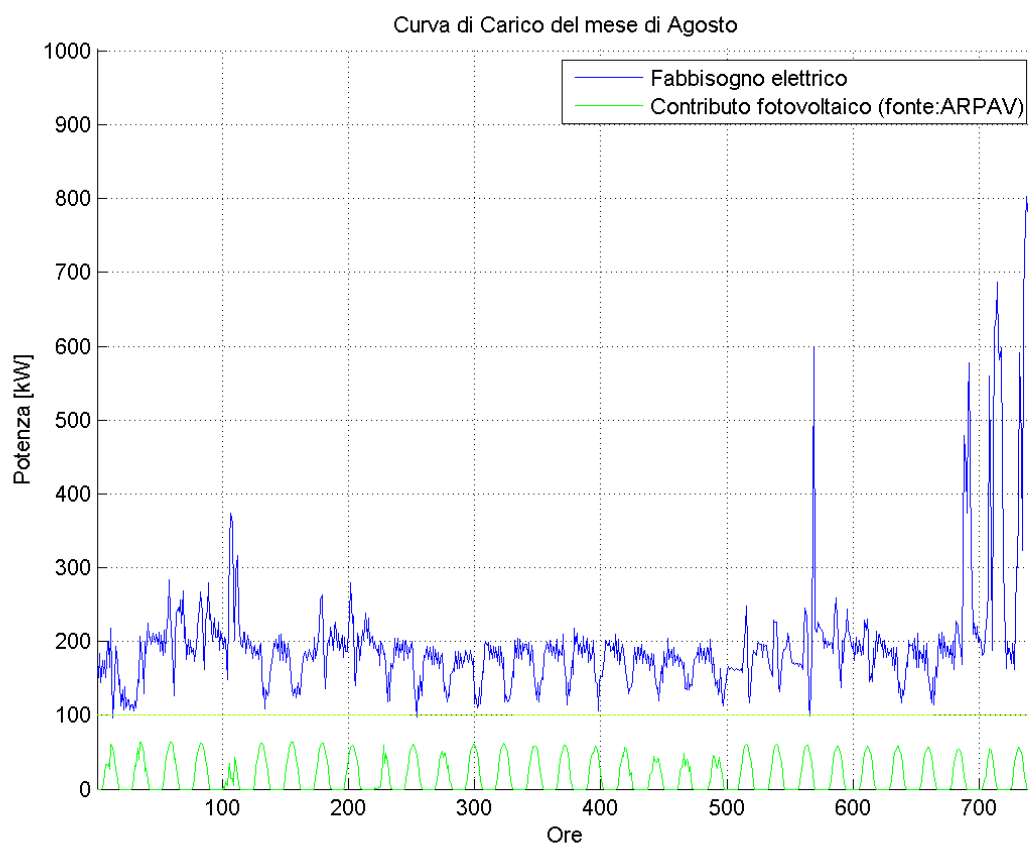


Figura 60 - Carico mensile Agosto 2016, Cantina Colli Euganei.

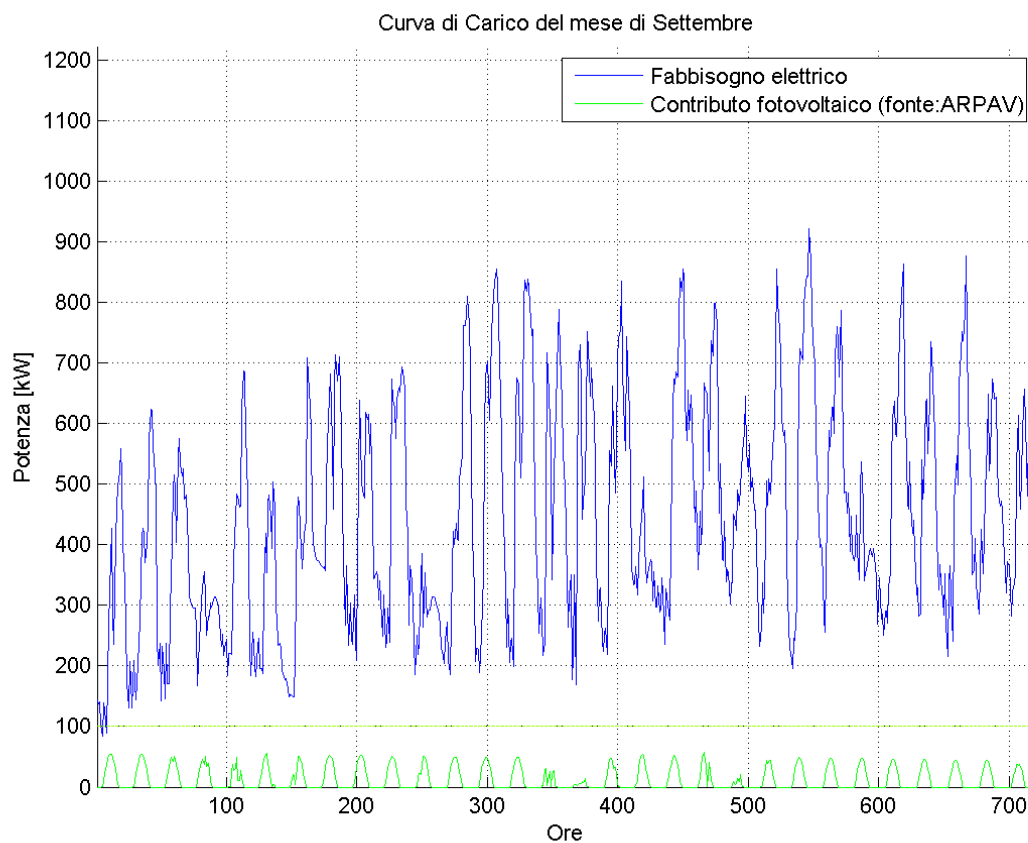


Figura 61 - Carico mensile Settembre 2016, Cantina Colli Euganei.

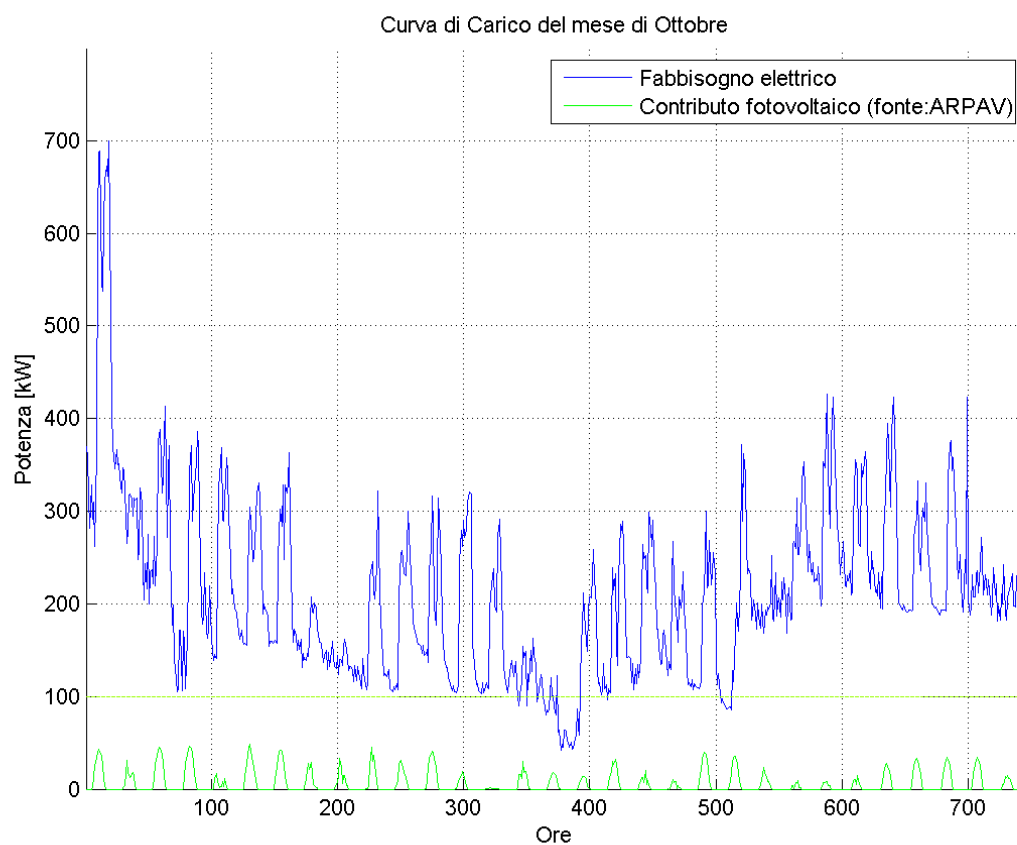


Figura 62 - Carico mensile Ottobre 2016, Cantina Colli Euganei.

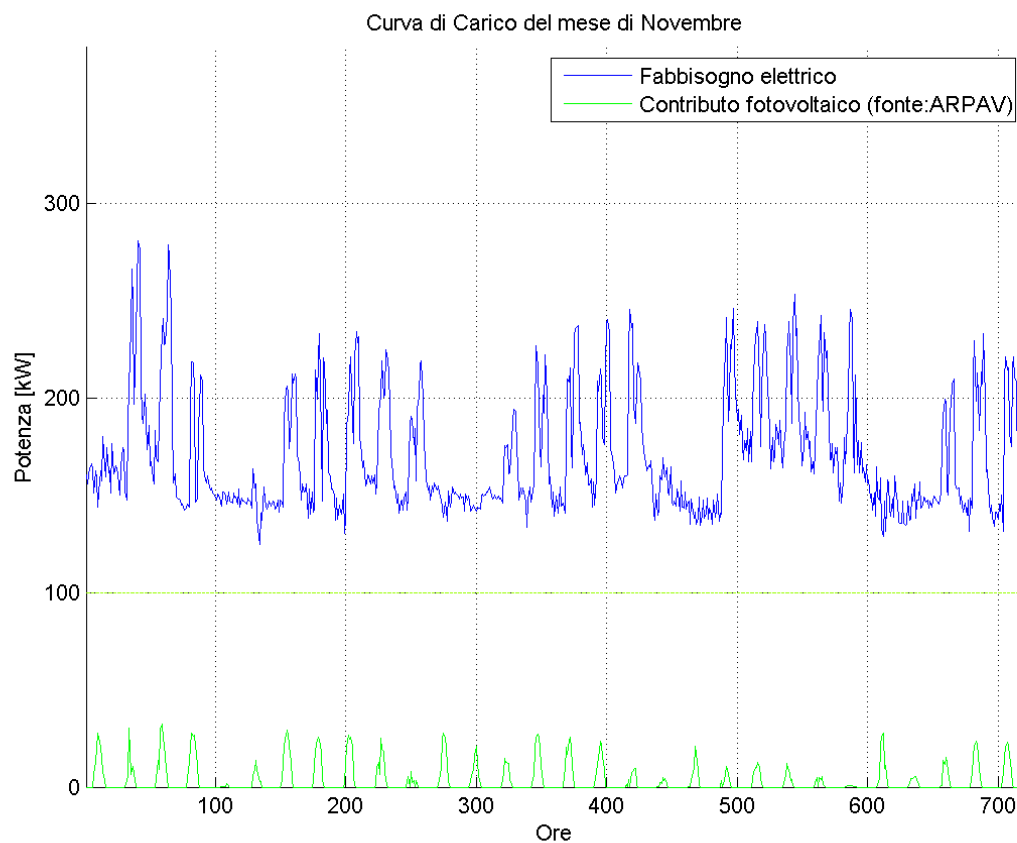


Figura 63 - Carico mensile Novembre 2016, Cantina Colli Euganei.

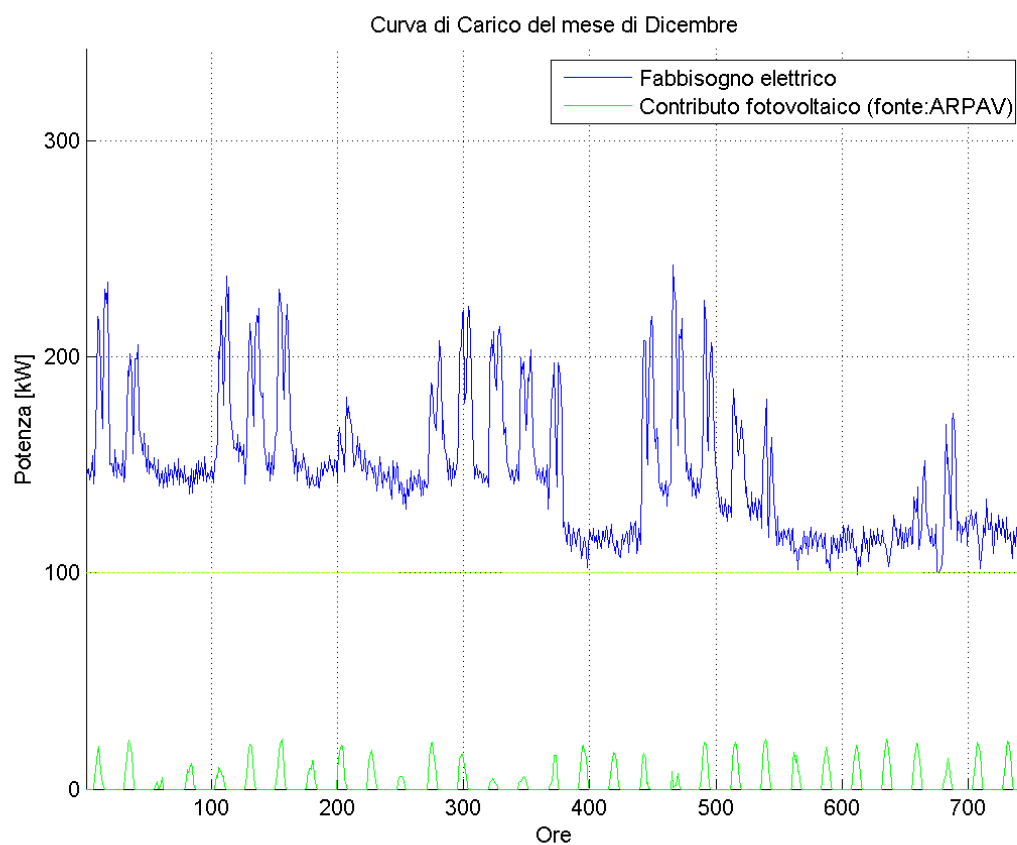


Figura 64 - Carico mensile Dicembre 2016, Cantina Colli Euganei.

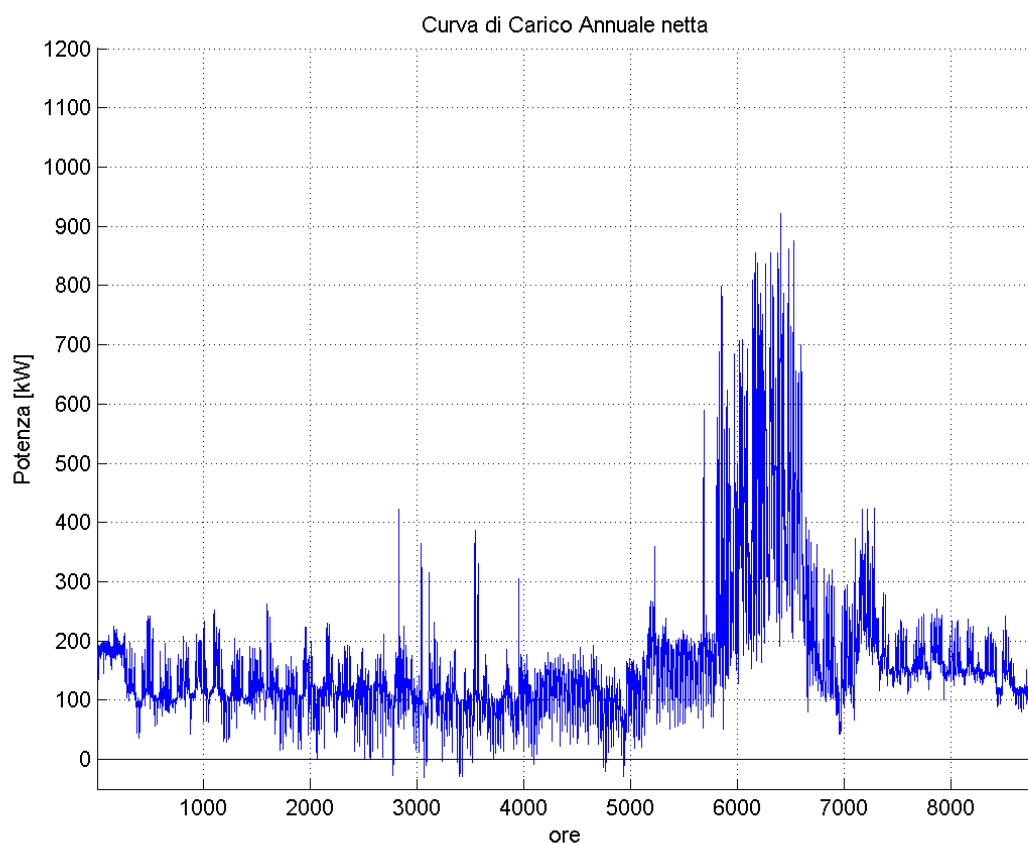


Figura 65 – Curva di carico annuale netta (2016), Cantina Colli Euganei.

La fig.65 riporta la curva di carico al netto del contributo fornito dal sistema fotovoltaico: anche in questo caso, possiamo notare dei momenti in cui i pannelli fotovoltaici producono più di quanto consumato dalla cantina pertanto, per queste eccedenze è previsto che l'energia venga ceduta alla Rete.

Ripetendo quanto fatto per la cantina di Conselve, si procede con la valutazione della curva cumulata netta e, più precisamente, valutando il valore di potenza sicuramente consumato per un numero di ore superiore a 6000. Per la cantina in questione, tale valore vale 111.1 kW e, in un intorno di questo, si procede valutando diverse soluzioni ORC + caldaia, con lo scopo di sfruttare i residui della potatura invernale per soddisfare questa parte di fabbisogno.

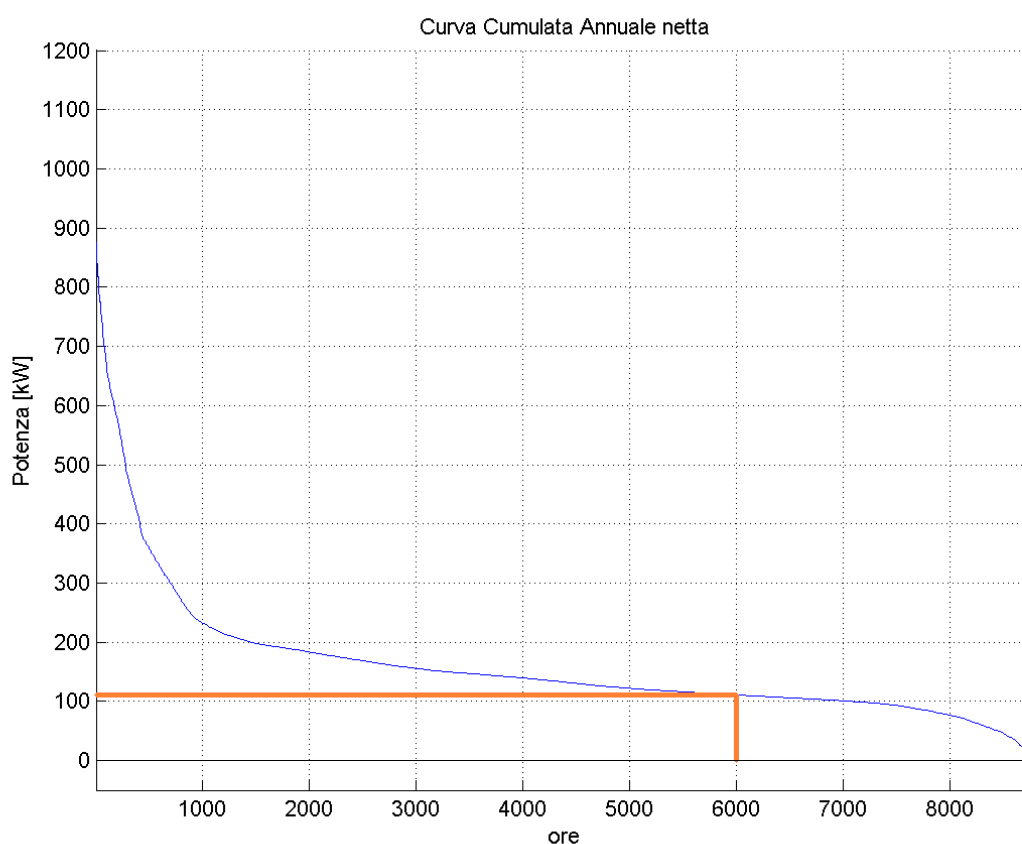


Figura 66 - Curva Cumulata netta (2016), Cantina Colli Euganei

Si può notare che, a differenza del caso precedente, questa curva cumulata risulta più omogenea: presenta un picco più basso (circa 900 kW rispetto ai 1200 kW della cantina di Conselve) e un valore sulle 6000 ore superiore rispetto al precedente; ugualmente alla curva cumulata della cantina di Conselve, nella parte destra del grafico è presente qualche ora il cui carico è negativo, cioè quando il sistema di pannelli fotovoltaici produce più di quanto richiesto dalla cantina. Analogamente a quanto fatto precedentemente, si prosegue valutando alcune combinazioni ORC + caldaia.

### 5.6.1. Sistema ORC e caldaia a biomassa.

- **Zuccato ZE100LT**

Il Generatore ORC già presentato è alimentato da un flusso di acqua surriscaldata, la cui temperatura di mandata richiesta è di minimo 160 °C; tale condizione limita la possibilità di scelta della caldaia alla *Viessmann Vitoflex 300-SRT*, per la quale è possibile stimare:

$$P_{biomassa} = \frac{P_{th,richiesta}}{\eta_{caldaia}} = \frac{850}{0.90} = 944.44 \text{ kW}$$

$$\text{Flusso combustibile} = \frac{P_{biomassa}}{PCI} = 205.31 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \left( \text{con } PCI_{AIEL} = 4.6 \frac{\text{kWh}}{\text{kg}} \right)$$

$$\text{Flusso combustibile} = \frac{P_{biomassa}}{PCI} = 236.40 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \left( \text{con } PCI_{UNIVPM} = 3.99 \frac{\text{kWh}}{\text{kg}} \right)$$

$$\text{Ore alimentabili} = \frac{\text{Produzione annua sarmenti}}{\text{Flusso combustibile}} = 4599.71 \frac{\text{h}}{\text{y}} \text{ (AIEL)}$$

$$\text{Ore alimentabili} = \frac{\text{Produzione annua sarmenti}}{\text{Flusso combustibile}} = 3994.75 \frac{\text{h}}{\text{y}} \text{ (UNIVPM)}$$

Considerando che 100 kWe sono sicuramente chiesti per un almeno 7083 ore, tale soluzione non si presta alla situazione energetica della cantina in questione. Si trascura il sistema ORC dell'Enogia, benché possa essere alimentato più facilmente, in quanto caratterizzato da un rendimento inferiore che non permette la copertura di tale parte di fabbisogno con i soli sarmenti prodotti dai vitigni asserventi la cantina.

- **ElectramTherm Power+ 6500**

Generatore ORC che produce una potenza molto vicina a quella caratteristica delle 6000 ore di funzionamento. Come già visto, è caratterizzata da un rendimento limitato che si traduce in un fabbisogno termico di 1660 kW nella forma di acqua surriscaldata alla temperatura minima di 122 °C; tale limite permette la scelta tra la *Uniconfort Global-180* e la *Viessmann Vitoflex 300-SRT*, caratterizzate entrambe da un rendimento intorno al 90%, pertanto la cantina di Vo riesce ad alimentare:

$$P_{biomassa} = \frac{P_{th,richiesta}}{\eta_{caldaia}} = \frac{1600}{0.90} = 1777.78 \text{ kW}$$

$$\text{Flusso combustibile} = \frac{P_{biomassa}}{PCI} = 386.47 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \left( \text{con } PCI_{AIEL} = 4.6 \frac{\text{kWh}}{\text{kg}} \right)$$

$$\text{Flusso combustibile} = \frac{P_{biomassa}}{PCI} = 445.00 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \left( \text{con } PCI_{UNIVPM} = 3.99 \frac{\text{kWh}}{\text{kg}} \right)$$

$$\text{Ore alimentabili} = \frac{\text{Produzione annua sarmenti}}{\text{Flusso combustibile}} = 2443.60 \text{ (AIEL)}$$

$$\text{Ore alimentabili} = \frac{\text{Produzione annua sarmenti}}{\text{Flusso combustibile}} = 2122.21 \frac{\text{h}}{\text{y}} \text{ (UNIVPM)}$$

Per nulla sufficienti se rapportate alle 6096 ore per cui è atteso un consumo superiore di 110 kWe.

- **General Electric Clean Cycle 125**

Generatore ORC caratterizzato dalla producibilità di una potenza di 125 kWe e dal rendimento di circa il 12.8%; come già spiegato, è alimentato con una portata di acqua pressurizzata alla temperatura di almeno 143 °C, il che limita le caldaie ammissibili alla *Uniconfort Global-120* o alla *Viessmann Vitoflex 300-SRT*. Avendo un rendimento del 90%, queste sono alimentabili per un numero di ore pari a:

$$P_{biomassa} = \frac{P_{th,richiesta}}{\eta_{caldaia}} = \frac{980}{0.90} = 1089 \text{ kW}$$

$$\text{Flusso combustibile} = \frac{P_{biomassa}}{PCI} = 236.71 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \left( \text{con } PCI_{AIEL} = 4.6 \frac{\text{kWh}}{\text{kg}} \right)$$

$$\text{Flusso combustibile} = \frac{P_{biomassa}}{PCI} = 272.56 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \left( \text{con } PCI_{UNIVPM} = 3.99 \frac{\text{kWh}}{\text{kg}} \right)$$

$$\text{Ore alimentabili} = \frac{\text{Produzione annua sarmenti}}{\text{Flusso combustibile}} = 3989.54 \text{ (AIEL)}$$

$$\text{Ore alimentabili} = \frac{\text{Produzione annua sarmenti}}{\text{Flusso combustibile}} = 3646.83 \frac{\text{h}}{\text{y}} \text{ (UNIVPM)}$$

Anche in questo caso, il risultato non è abbastanza per soddisfare le circa 4800 ore per cui è richiesta una potenza di almeno 125 kWe.

- **Zuccato ZE150LT**

Della Zuccato Energia, ma di una taglia maggiore rispetto al primo modello analizzato, il generatore ORC ZE150LT garantisce la produzione di 150 kWe al costo di 110 kWth sotto forma di un flusso di acqua surriscaldata alla temperatura minima di 160 °C, uscente poi alla temperatura di 140 °C circa. Questo implica come unica scelta di caldaia la *Viessmann Vitoflex 300-SRT* per la quale vale la seguente analisi:

$$P_{biomassa} = \frac{P_{th,richiesta}}{\eta_{caldaia}} = \frac{1100}{0.90} = 1222.22 \text{ kW}$$

$$\text{Flusso combustibile} = \frac{P_{biomassa}}{PCI} = 265.70 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \left( \text{con } PCI_{AIEL} = 4.6 \frac{\text{kWh}}{\text{kg}} \right)$$

$$\text{Flusso combustibile} = \frac{P_{biomassa}}{PCI} = 305.94 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \left( \text{con } PCI_{UNIVPM} = 3.99 \frac{\text{kWh}}{\text{kg}} \right)$$

$$\text{Ore alimentabili} = \frac{\text{Produzione annua sarmenti}}{\text{Flusso combustibile}} = 3554.32 \text{ (AIEL)}$$

$$\text{Ore alimentabili} = \frac{\text{Produzione annua sarmenti}}{\text{Flusso combustibile}} = 3086.85 \frac{\text{h}}{\text{y}} \text{ (UNIVPM)}$$

Confrontando i risultati con le 3307 ore per le quali la cantina richiede 150 kWe, si nota come per la seconda volta l'alimentazione del generatore sia possibile con i soli sarmenti prodotti dai vitigni asserventi la cantina, senza integrazioni di combustibile da terze parti, solo per un PCI del combustibile quanto più vicino a quello definito dall'AIEL.

- **Triogen e-box 100**

Infine, questo generatore ORC viene alimentato direttamente con i gas caldi in uscita dalla caldaia in grado di produrre 92 kWe al costo di 630 kWth; anche in questo caso, osservato che tutte le caldaie permettono la produzione di gas caldi ad una temperatura superiore il 350 °C, consideriamo un rendimento di 0.9 includendo, quindi, diversi modelli di caldaia, ad esempio la *Serenissima CSA 950*, la *Herz Biofire 995* o la già presentata *Uniconfort Global-90*:

$$P_{biomassa} = \frac{P_{th,richiesta}}{\eta_{caldaia}} = \frac{630}{0.90} = 700 \text{ kW}$$

$$Flusso\ combustibile = \frac{P_{biomassa}}{PCI} = 152.17 \frac{kg}{h} \text{ (con } PCI_{AIEL} = 4.6 \frac{kWh}{kg} \text{)}$$

$$Flusso\ combustibile = \frac{P_{biomassa}}{PCI} = 175.22 \frac{kg}{h} \text{ (con } PCI_{UNIVPM} = 3.99 \frac{kWh}{kg} \text{)}$$

$$Ore\ alimentabili = \frac{Produzione\ annua\ sarmenti}{Flusso\ combustibile} = 6205.96 \text{ (AIEL)}$$

$$Ore\ alimentabili = \frac{Produzione\ annua\ sarmenti}{Flusso\ combustibile} = 5389.74 \frac{h}{y} \text{ (UNIVPM)}$$

Se confrontate con le 7548 ore per cui la cantina necessita di 92 kWe, queste due caldaie forniscono un responso negativo alla possibilità di sfruttare unicamente i sarmenti di vite per coprire tale fetta del fabbisogno energetico della cantina.

## 5.7. Fabbisogno elettrico della cantina di Cona e Cavarzere e possibili soluzioni ORC

La Cantina Sociale di Cona e Cavarzere, come evidenziato nella prima analisi, è caratterizzata da un carico elettrico molto inferiore rispetto alle altre cantine analizzate, probabilmente in parte dovuto dall'assenza delle operazioni di imbottigliamento. Anche per questa cantina si sono resi disponibili solo i valori mensili di carico; pertanto, si sono ripartiti ora per ora i consumi della cantina di Cona nello stesso modo in cui sono stati ripartiti per la cantina di Vo; quindi, la curva dei carichi annuale ha questo andamento:

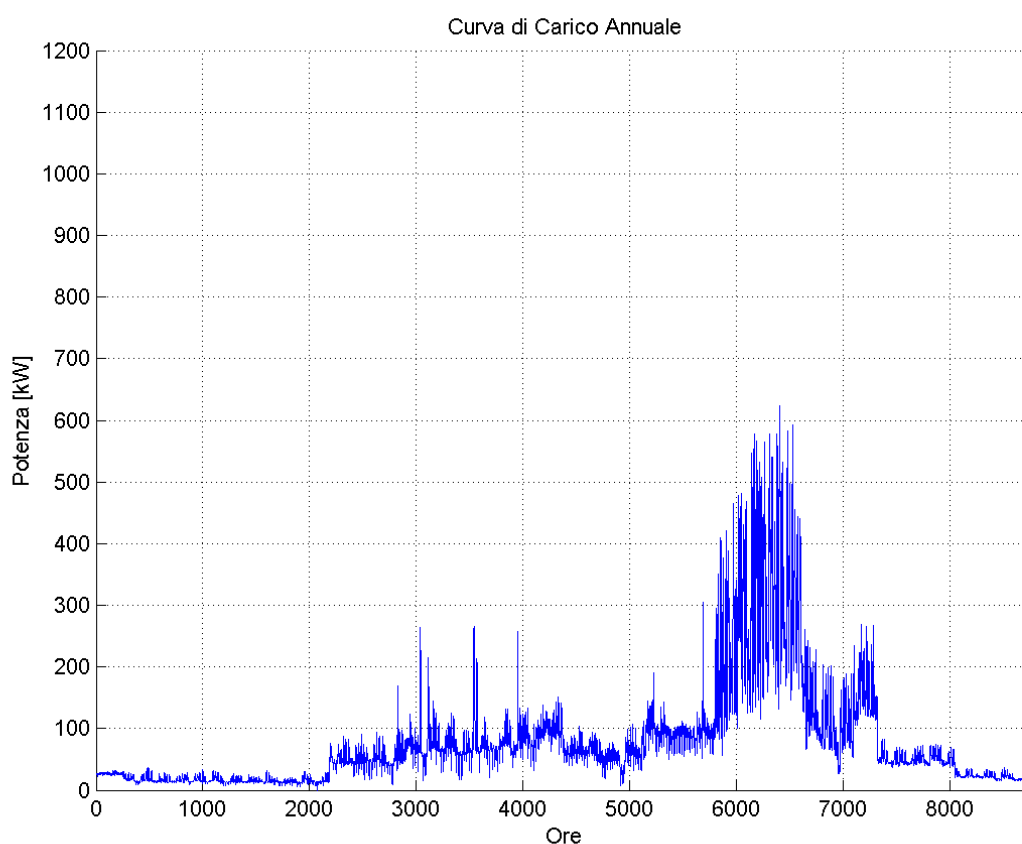


Figura 67 - Curva di Carico Annuale (2016), Cantina Sociale di Cona Cavarzere.

Appare evidente come il carico sia decisamente inferiore, sia quello di base molto inferiore ai 100 kWe che quello di picco, qui superiore ai 600 KWe. Di seguito, viene riportato la curva dell'energia prodotta dal sistema di pannelli fotovoltaici installati in azienda, caratterizzato da una potenza di picco di 75 kW.



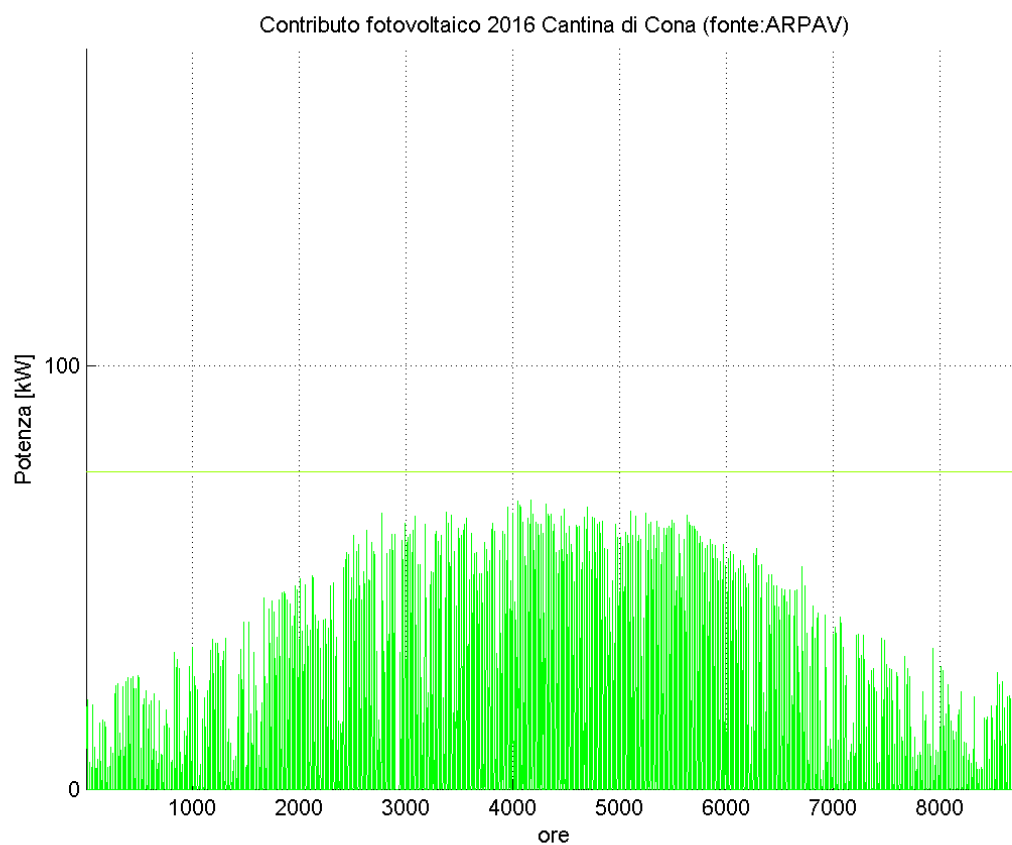


Figura 68 - Contributo fotovoltaico (2016), Cantina Sociale di Cona e Cavarzere.

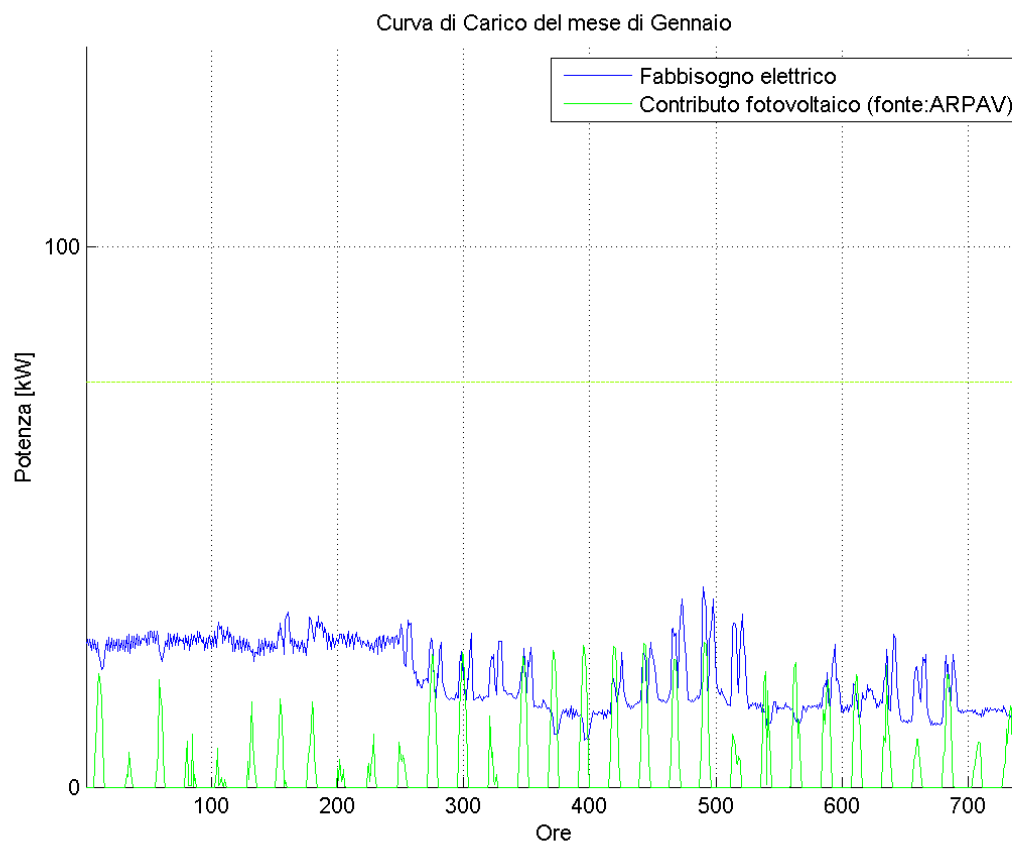


Figura 69 - Carico mensile Gennaio 2016, Cantina Sociale di Cona e Cavarzere.

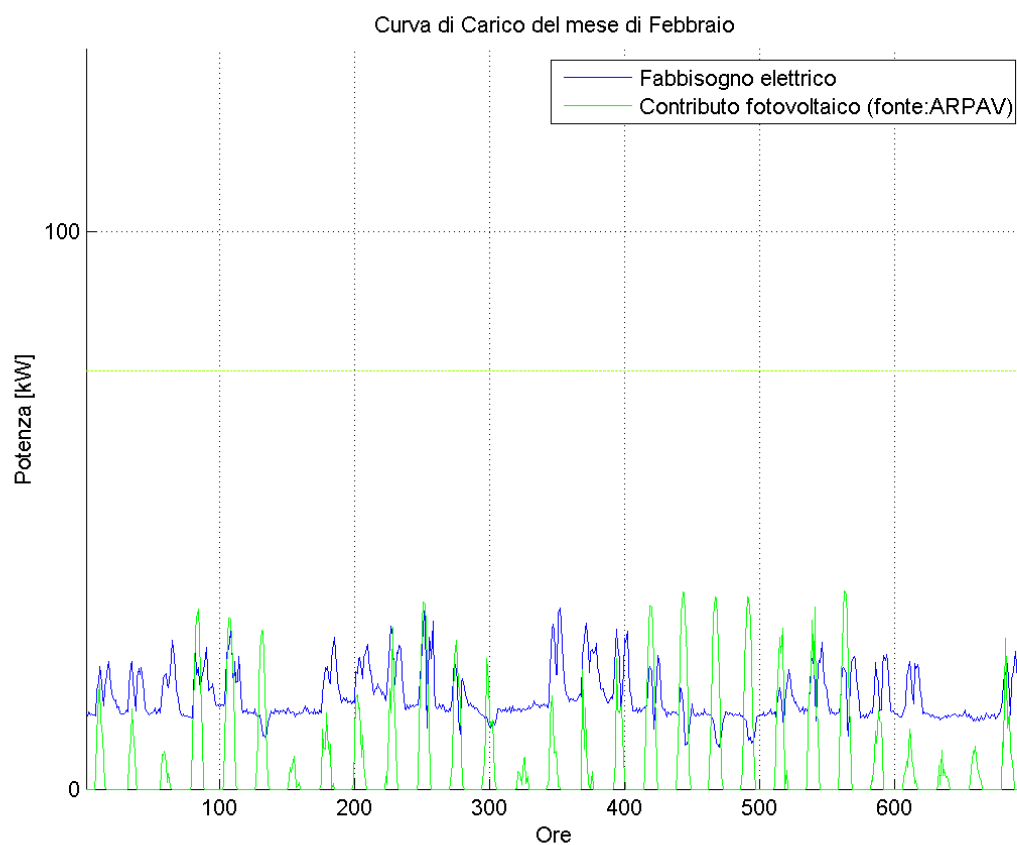


Figura 70 - Carico mensile Febbraio 2016, Cantina Sociale di Cona e Cavarzere.

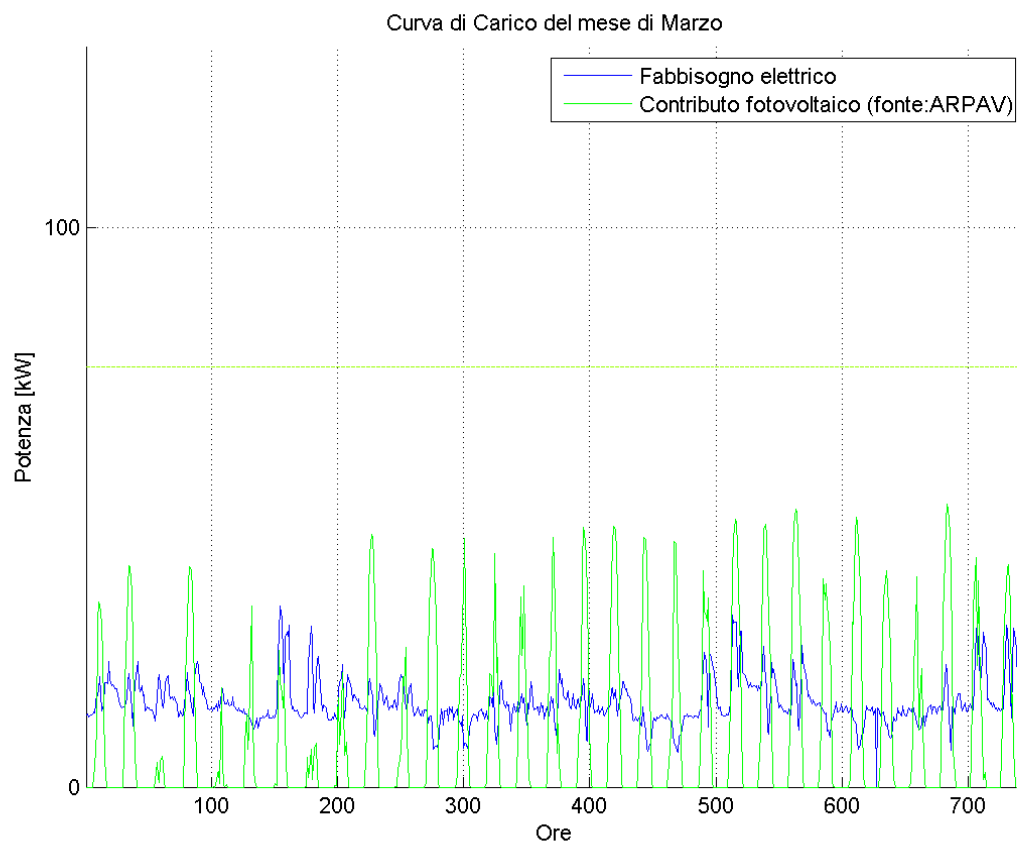


Figura 71 - Carico mensile Marzo 2016, Cantina Sociale di Cona e Cavarzere.

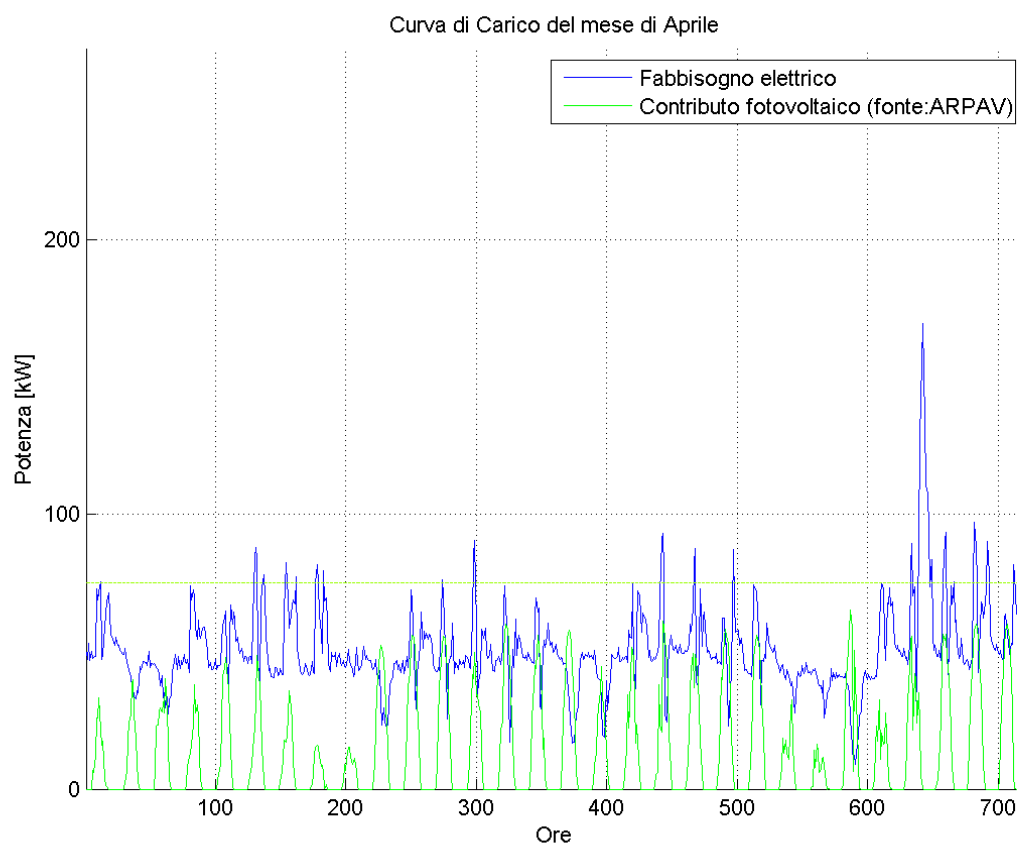


Figura 71 - Carico mensile Aprile 2016, Cantina Sociale di Cona e Cavarzere.

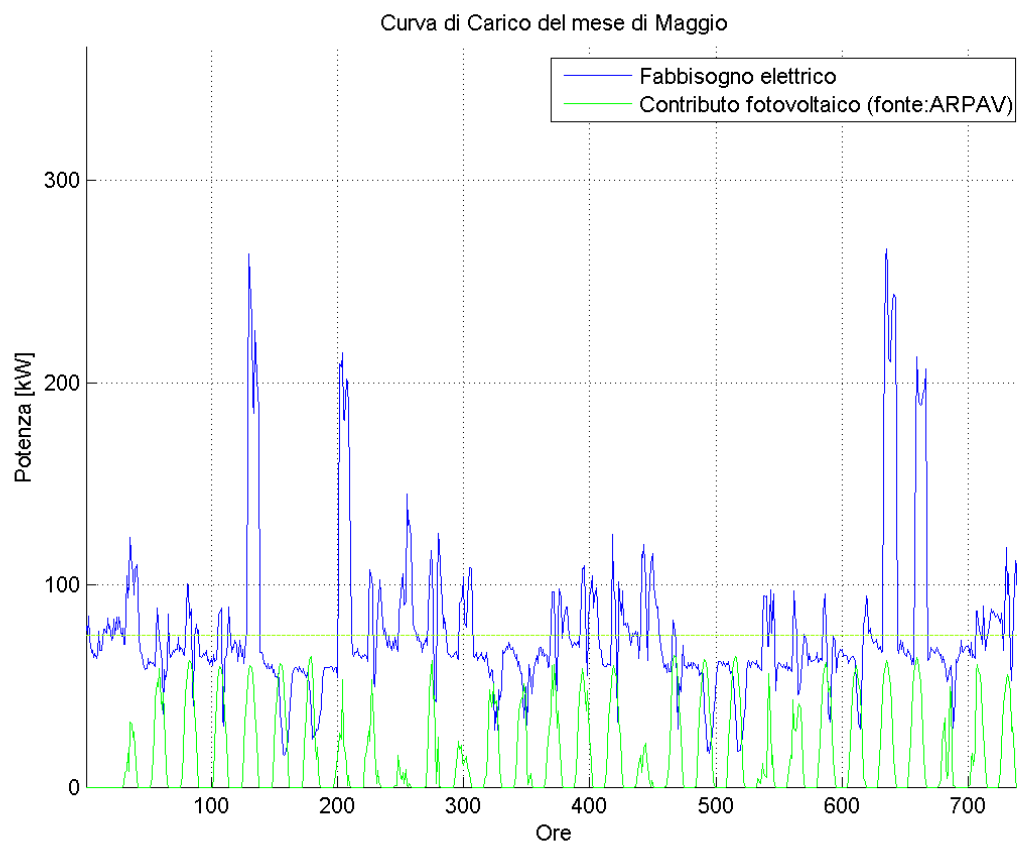


Figura 72 - Carico mensile Maggio 2016, Cantina Sociale di Cona e Cavarzere.

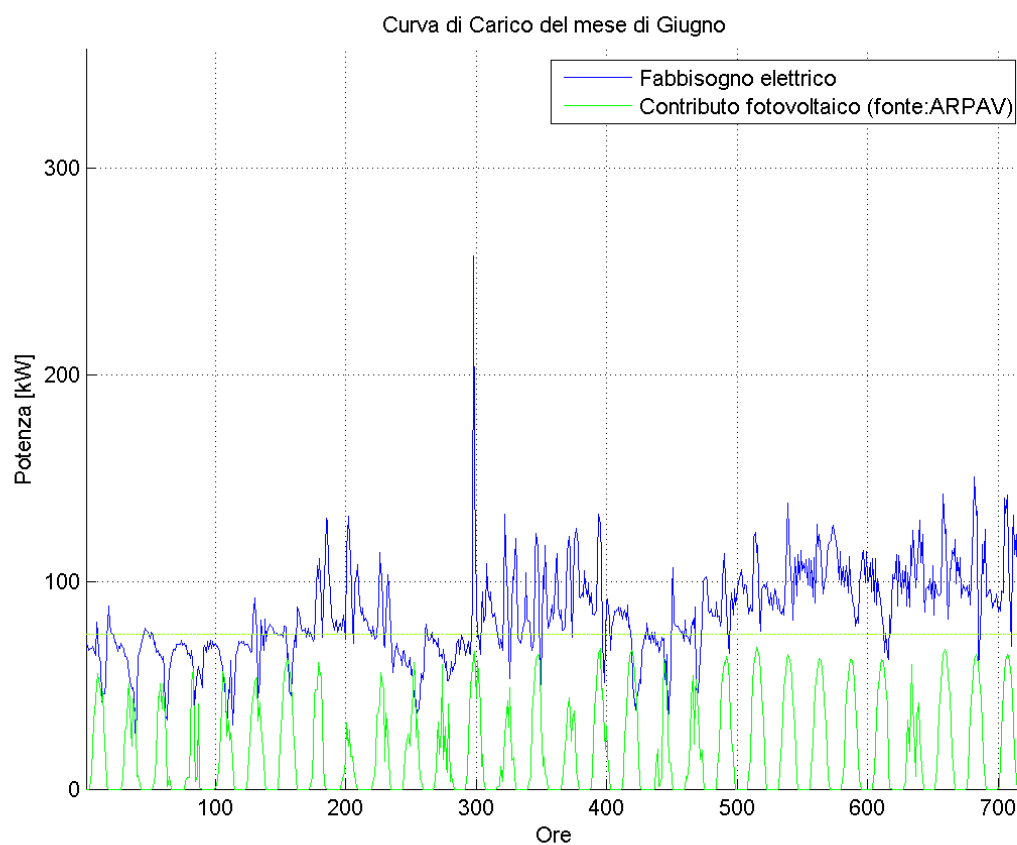


Figura 73 - Carico mensile Giugno 2016, Cantina Sociale di Cona e Cavarzere.

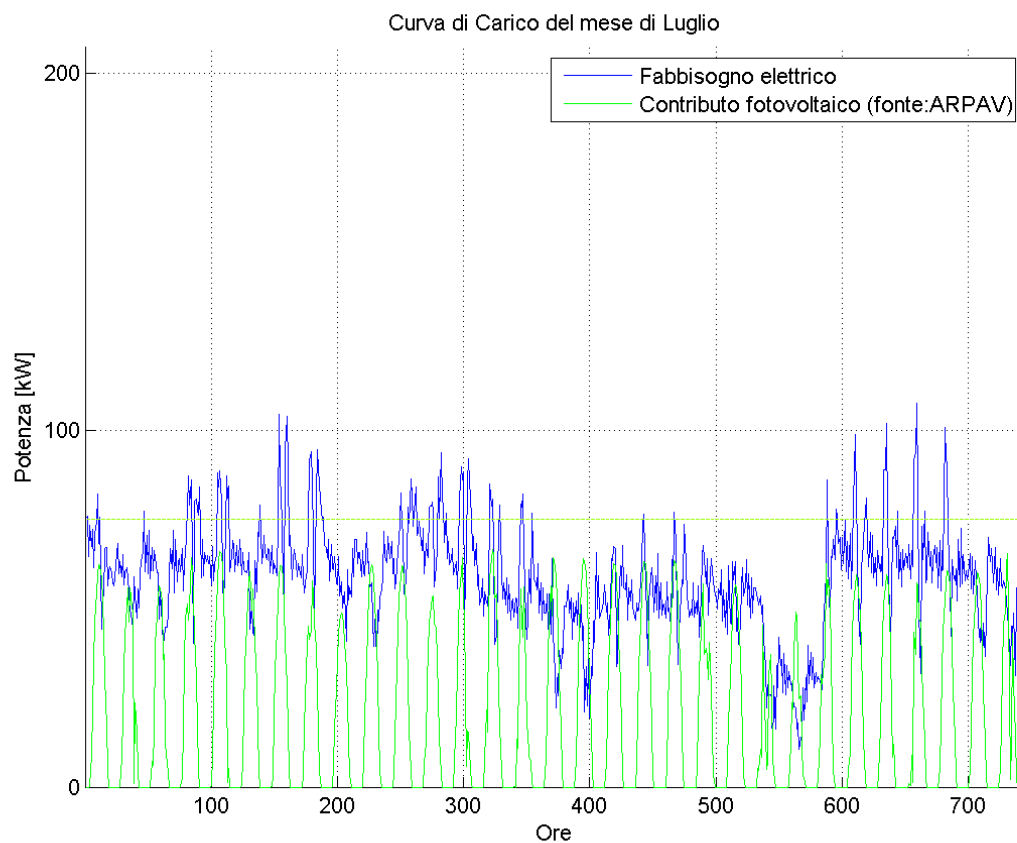


Figura 74 - Carico mensile Luglio 2016, Cantina Sociale di Cona e Cavarzere.

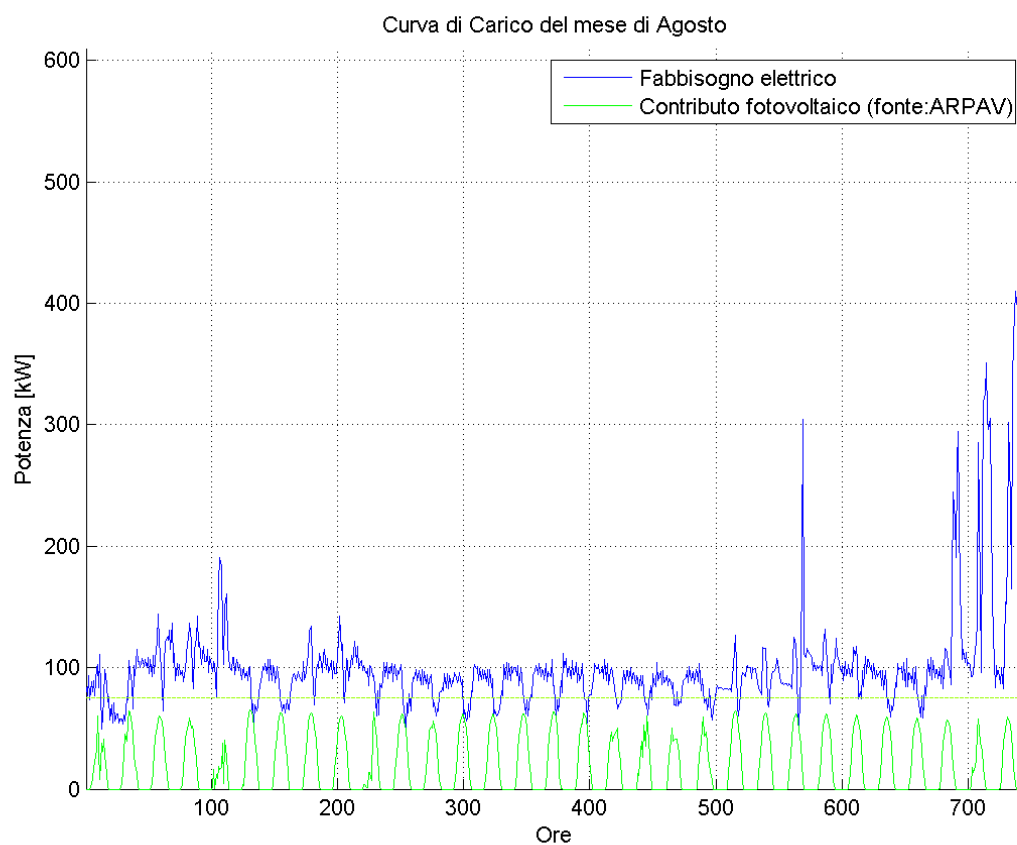


Figura 75 - Carico mensile Agosto 2016, Cantina Sociale di Cona e Cavarzere.

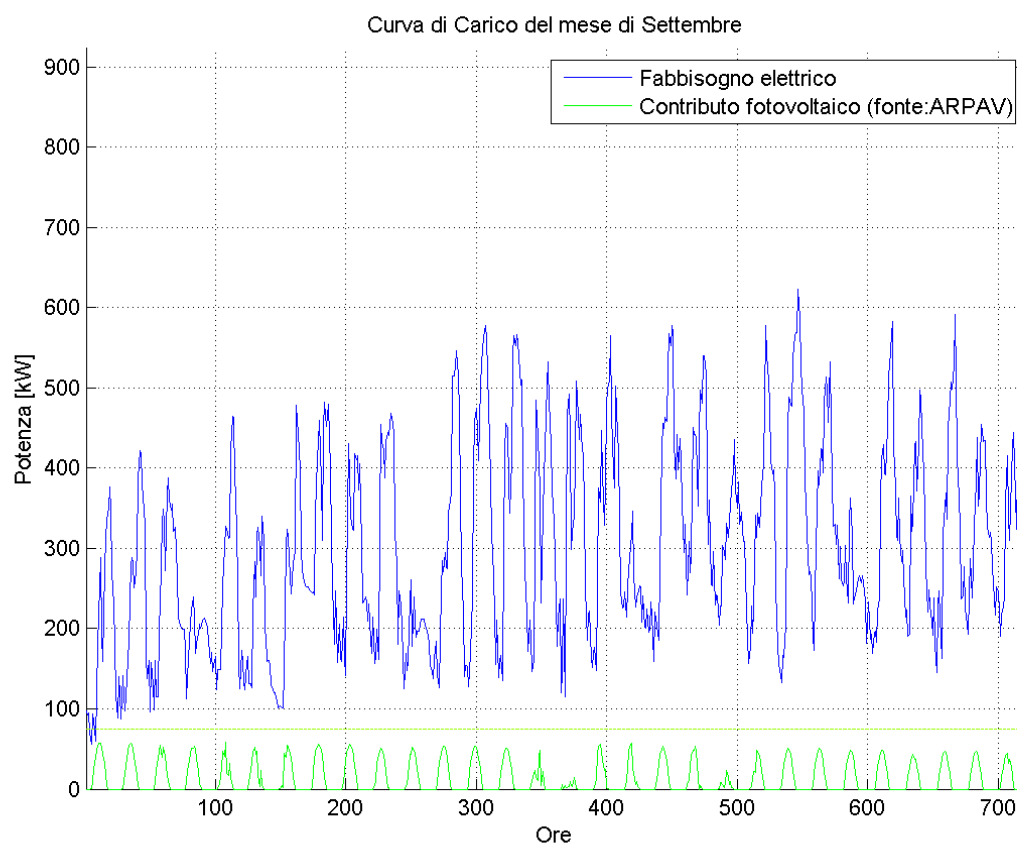


Figura 76 - Carico mensile Settembre 2016, Cantina Sociale di Cona e Cavarzere.

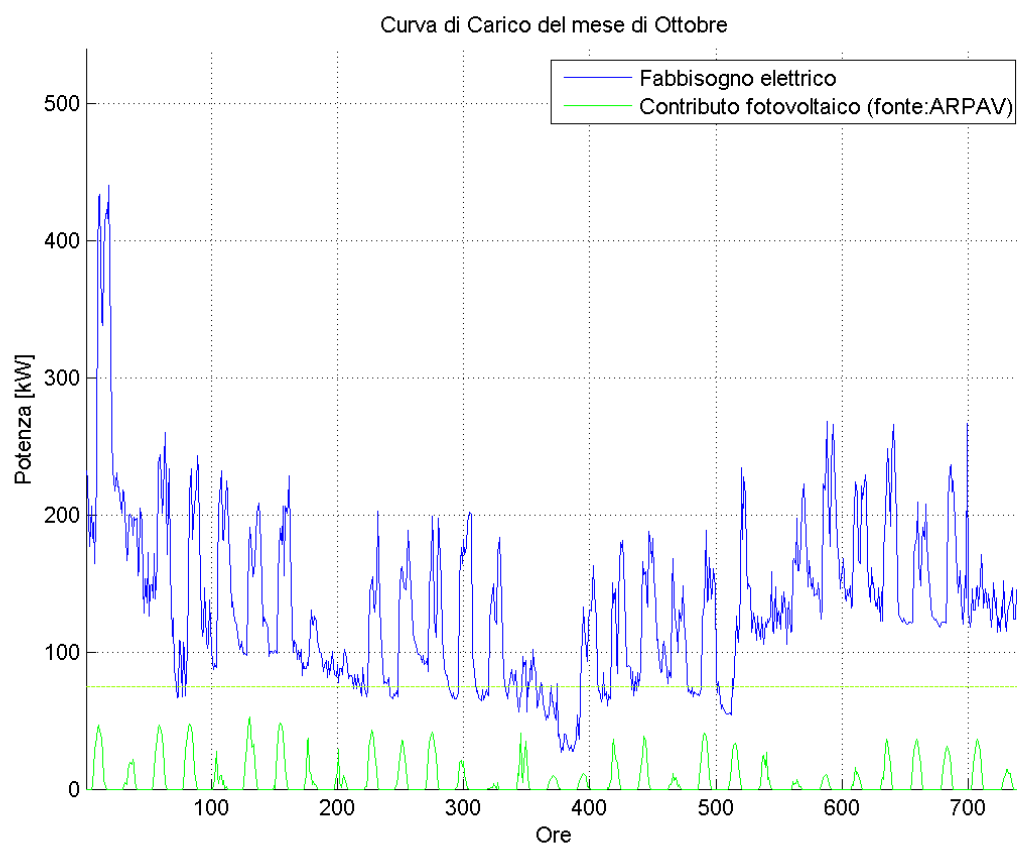


Figura 77 - Carico mensile Ottobre 2016, Cantina Sociale di Cona e Cavarzere.

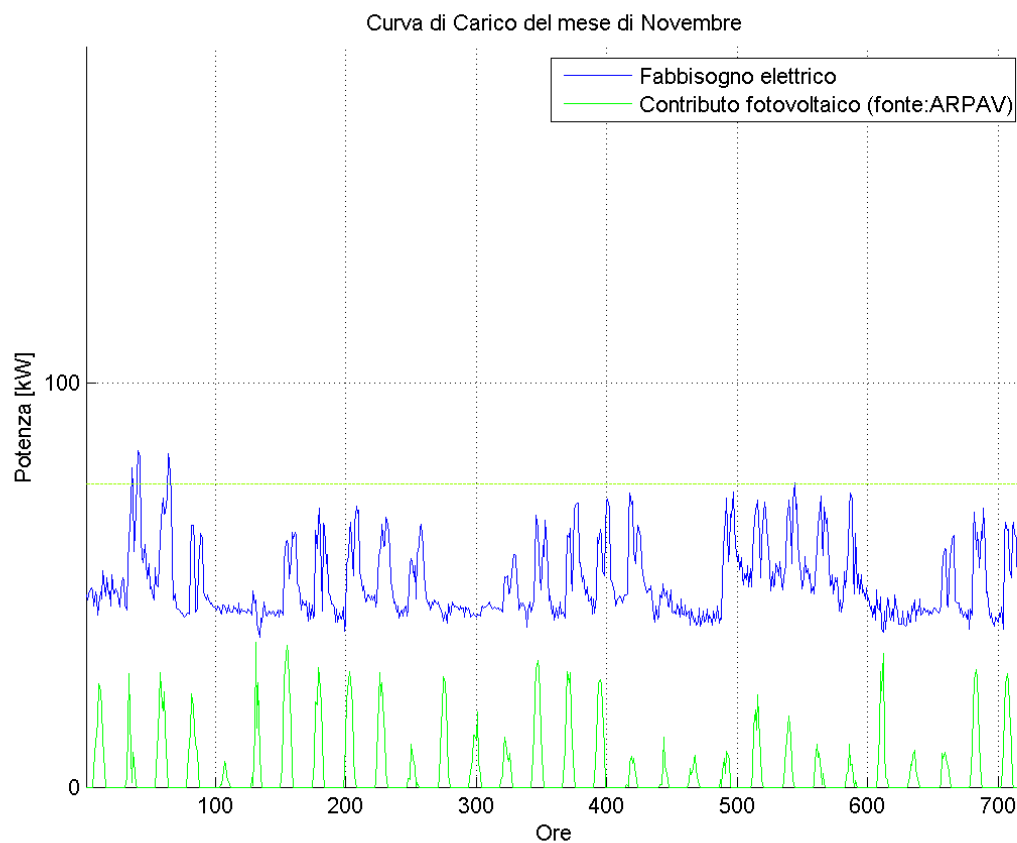


Figura 78 - Carico mensile Novembre 2016, Cantina Sociale di Cona e Cavarzere.

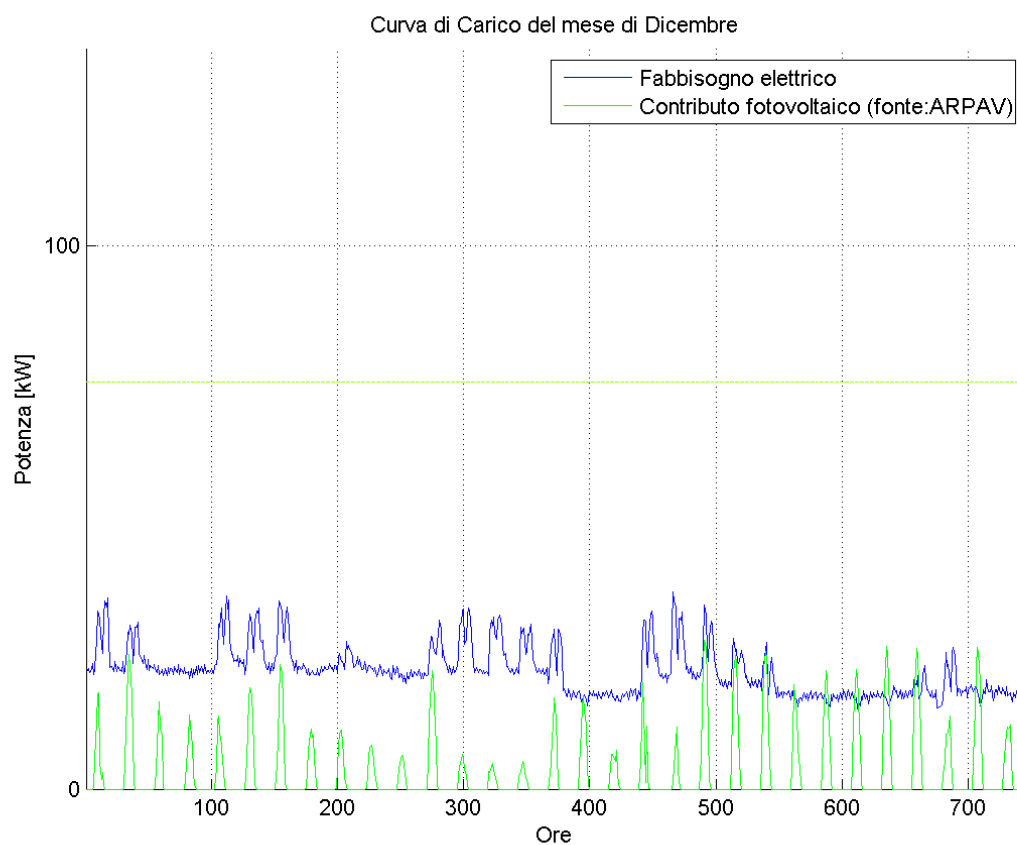


Figura 79 - Carico mensile Dicembre 2016, Cantina Sociale di Cona e Cavarzere.

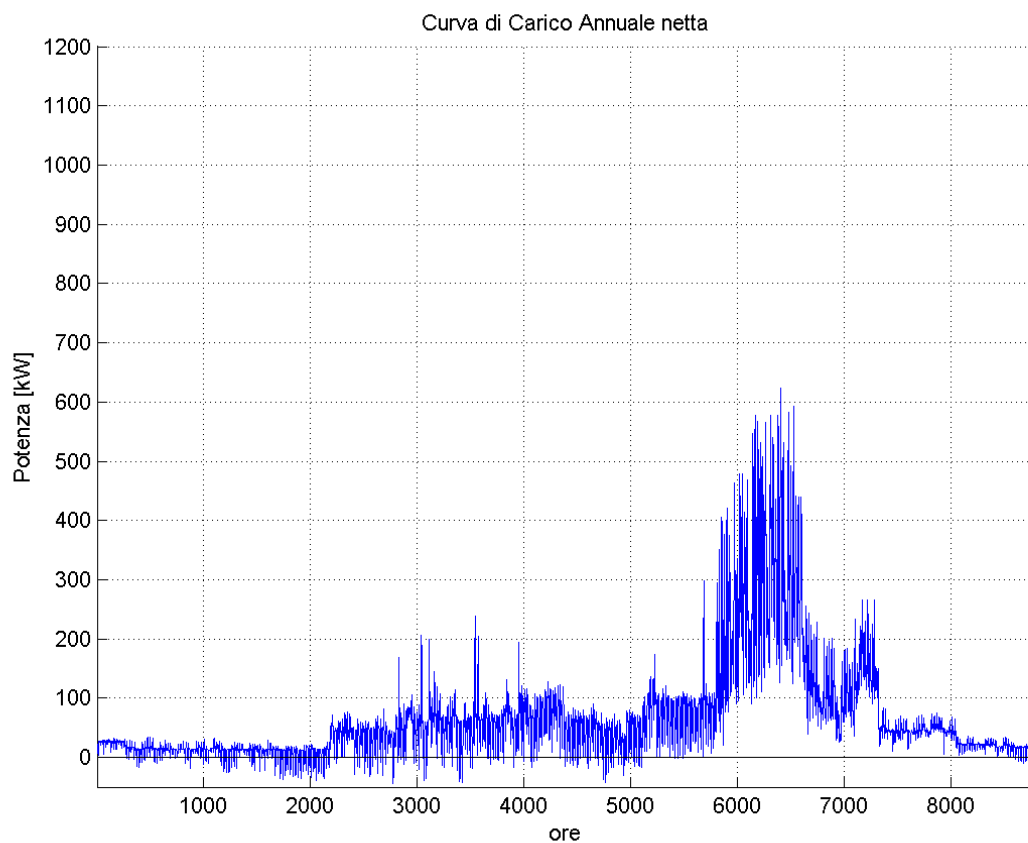
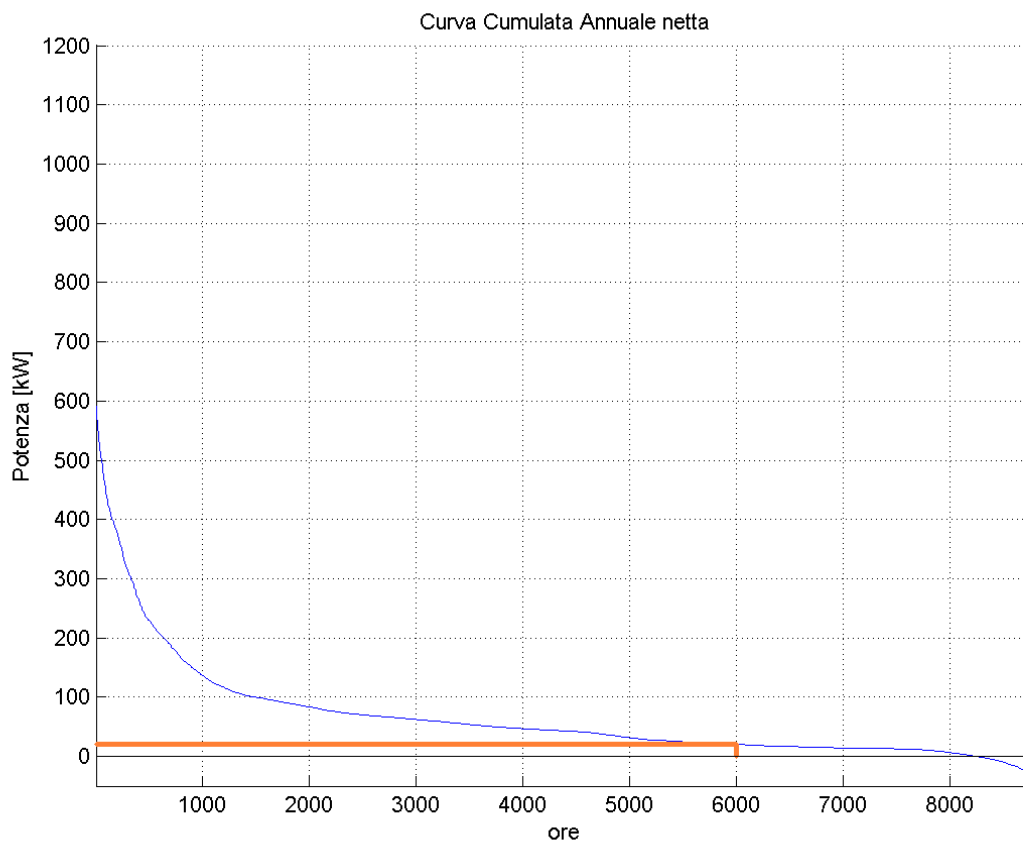


Figura 80 - Curva di carico annuale netto (2016), Cantina Sociale di Cona e Cavarzere.

Da quest'ultima immagine, è possibile notare una porzione maggiore di ore per le quali il sistema di generazione fotovoltaica produce più energia di quanta richiesta dalla cantina stessa; tale energia verrà ceduta alla Rete secondo contratto.



*Figura 81 - Curva Cumulata netta (2016), Cantina Sociale di Cona e Cavarzere*

La curva cumulata risulta molto diversa dalle precedenti: per 6000 ore è richiesta una potenza di 20.52 kW<sub>e</sub>, pari a circa un quinto delle precedenti. Analogamente a quanto fatto finora, si procede all'analisi di possibili soluzioni ORC e caldaie.



### 5.7.1. Sistema ORC e caldaia a biomassa.

Per questo valore di potenza, che tanto si discosta dai precedenti, si sono considerati modelli completamente diversi:

- **Enogia ENO-20**

Nata da una giovane azienda francese, specializzata nello sviluppo di moduli ORC, ENO-20 è un modulo compatto in grado di fornire 20 kWe con un'efficienza dal 5 all'8 %. Tale sistema usa come fluido operativo R245fa o in alternativa R134a; va alimentato con circa 250 kWth sotto forma di acqua e glicole ad una temperatura che va dai 60 ai 120 °C. Data la temperatura di ingresso dell'acqua, risulta accessibile a diversi modelli di caldaie.

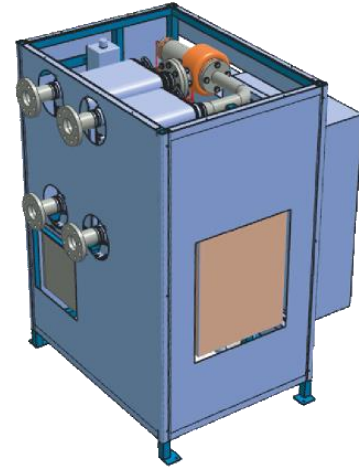


Figura 82 - Enogia ENO-20 (fonte:www.enogia.com)

- *Froling Lambdamat 320*, prodotta da un'azienda da sempre specializzata nell'utilizzo efficiente del legno come fonte di energia, questa caldaia rappresenta una possibile soluzione ottimale: la particolare geometria permette la combustione completa di materiali con un contenuto di umidità fino al 50% e un'elevata percentuale di corteccia; la combustione completa, anche dei materiali difficili, è garantita dalla griglia mobile, azionata idraulicamente, che trasporta il materiale lungo la camera di combustione. Tra le particolarità di questa caldaia spiccano gli scambiatori di calore multipli con grandi superfici, facilmente accessibili e dalla comoda manutenzione; infine, la cenere viene rimossa in maniera automatica e riposta in un contenitore. Come per le precedenti caldaie, in assenza di un rendimento specifico nella scheda tecnica, se ne considera uno pari al 90% e si prosegue con l'analisi:

$$P_{biomassa} = \frac{P_{th,richiesta}}{\eta_{caldaia}} = \frac{250}{0.90} = 273 \text{ kW}$$

$$\text{Flusso combustibile} = \frac{P_{biomassa}}{PCI} = 60.38 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \left( \text{con } PCI_{AIEL} = 4.6 \frac{\text{kWh}}{\text{kg}} \right)$$

$$\text{Flusso combustibile} = \frac{P_{biomassa}}{PCI} = 69.53 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \left( \text{con } PCI_{UNIVPM} = 3.99 \frac{\text{kWh}}{\text{kg}} \right)$$

$$\text{Ore alimentabili} = \frac{\text{Produzione annua sarmenti}}{\text{Flusso combustibile}} = 19840.54 \text{ (AIEL)}$$

$$\text{Ore alimentabili} = \frac{\text{Produzione annua sarmenti}}{\text{Flusso combustibile}} = 17231.08 \frac{h}{y} \text{ (UNIVPM)}$$

Si nota immediatamente che la bassa richiesta di energia elettrica e l'elevata superficie coltivata asservente la cantina bene si prestano a produrre sarmenti che possono venire sfruttati in questo modo.

Allo stesso modo, è possibile accoppiare una *Froling Turbomat 320* o una *Serenissima CSA300*, caldaie diverse, ma accumulate da un rendimento simile che non altera l'analisi fatta prima.

- **ElectraTherm Power+ 4200**

Altro sistema ORC, non troppo differente dal precedente, anch'esso richiede una potenza termica di alimentazione di circa 250 kW, nella forma di acqua calda alla temperatura di 88 °C e uscente alla temperatura di 72 °C (la portata è nell'ordine di circa 4 kg/s). È possibile accoppiare, pertanto, le medesime caldaie e ottenere gli stessi risultati.

## 5.8. Fabbisogno termico della cantina e possibili soluzioni ORC

Come già presentato nei capitoli anteriori, l'uso dei sarmenti di vite, provenienti dai vitigni asserventi le cantine prese in esame, non è limitato alla sola produzione di energia elettrica: i sistemi ORC si prestano molto bene anche alla cogenerazione, soprattutto se l'uso del calore prodotto in tal modo si limita al condizionamento di ambienti; inoltre, in caso di grandi quantità di energia termica si può pensare alla trigenerazione.

Nel tentativo di analizzare i consumi termici delle diverse cantine, sia in termini di freddo che di caldo, il problema più importante riscontrato è che, attualmente, nelle cantine non vi è un controllo preciso del consumo di energia termica. Ad esempio, la cantina di Conselve brucia, annualmente, 30000 litri di gasolio agricolo in una *ICI BP1200*; il rifornimento avviene in quattro momenti alla fine dei mesi di marzo, maggio, agosto e novembre: questi dati indicano un maggior consumo nei mesi centrali dell'anno, ma non vi è modo di poterli approfondire; allo stesso modo, i gruppi frigo presenti in azienda sono due<sup>13</sup> e per i quali è ancora più difficile stimare l'uso.

Conforme agli obiettivi di questo studio, pertanto, si è scelto di tralasciare la parte dello sfruttamento del calore e della produzione del freddo, perché la sostituzione di un gran numero di impianti, già conosciuti e usati dalle cantine, avrebbe potuto spaventare i responsabili,

---

<sup>13</sup> Un *McQuay ALRID180* e un *Climaveneta FE/WRAT/LN3803*.

facendoli desistere dall'impegnarsi in un così grande investimento; nel contempo, però, ci si è concentrati sulla verifica della reale possibilità di sfruttare i sarmenti di vite, provenienti dai vigneti dei soci, per soddisfare in parte il fabbisogno energetico delle cantine ed eventualmente ipotizzare una proposta allettante, al fine di favorire un più consapevole e pulito sfruttamento delle risorse e dell'energia.

Oltre a ciò, al fine di sostituire gli attuali sistemi con tecnologie cogenerative e trigenerative, è necessario uno studio più approfondito dei carichi, installando in loco degli strumenti di misura che permettano di avere una curva dei carichi termici precisa; questo permetterebbe una corretta analisi sui consumi di caldo e freddo e una conseguente valutazione circa i possibili impianti da adottare.



# Capitolo 6

## Analisi economica e di impatto ambientale.

Il presente studio si conclude con un'analisi economica che confronta l'investimento iniziale, dato dall'acquisto di una cippatrice, di una caldaia a biomassa e del modulo ORC, con il risparmio di energia prelevata dalla rete.

Una cippatrice ha un costo di almeno 25000€<sup>14</sup> ed è necessaria per trasformare le rotoballe provenienti dai vigneti in sarmenti pronti per la combustione; per il sistema caldaia possiamo considerare circa 100 €/kWth, mentre per la generazione di energia con il modulo ORC possiamo considerare un costo intorno ai 5000 – 10000 € al kWe per potenze inferiori ai 100 kWe e sui 3000-3500 €/kWe per potenze superiori<sup>15</sup>, per ovvie economie di scala.

### 6.1. Conselve vigneti e cantine

Per la cantina di Conselve, che ben si presta allo sfruttamento energetico dei sarmenti di vite per produzione di sarmenti, estensione dei vitigni e consumi, è possibile ricavare la spesa legata al consumo elettrico dalle bollette relative all'anno 2016: questo permette di stimare un prezzo medio al kWh pari a 0.0509 €.

Considerando la prima opzione presa in esame nel capitolo precedente, cioè *Zuccato ZE100LT* combinato con la caldaia *Viessmann Vitoflex 300-SRT*, otteniamo un investimento iniziale di:

$$Prezzo_{Cippatrice} = 25000 \text{ €}$$

$$Prezzo_{modulo\ ORC} = 100 [kWe] * 3250 \left[ \frac{\text{€}}{kWe} \right] = 325000 \text{ €}$$

$$Prezzo_{caldaia} = 850 [kWth] * 100 \left[ \frac{\text{€}}{kWth} \right] = 85000 \text{ €}$$

$$Investimento\ iniziale = 25000 + 325000 + 85000 = 435000 \text{ €}$$

Considerando poi 100 kWe per 6635 ore per cui è richiesta almeno quella potenza otteniamo un risparmio annuale di:  $100 [kWe] * 6635 [h] * 0.0509 \left[ \frac{\text{€}}{kWh} \right] = 33772.15 \text{ €}$

---

<sup>14</sup> Si è considerato una *Chipper Energy CT 30/60 TTS* usata (fonte: [www.gandimeccanica.com](http://www.gandimeccanica.com)).

<sup>15</sup> Dati ottenuti per corrispondenza privata.

Costo											€/kWh	
	F1	F2	F3	altro	Servizi di vendita	servizi di rete	imposte	totale	F1	F2	F3	media
<b>Gennaio</b>	2346.1	1415.54	2343.18	1321.68	7426.5	7928.25	3089.79	18444.54	0.0637	0.0581	0.0452	0.0557
<b>Febbraio</b>	1842.45	1214.59	1043.33	908.9	5009.27	6471.66	2379.41	13860.34	0.0484	0.0635	0.0322	0.0480
<b>Marzo</b>	1478.22	861.45	1231.33	987.56	4558.56	6125.39	2235.55	12919.5	0.0441	0.0462	0.0376	0.0426
<b>Aprile</b>	1109.79	827.29	1049.69	1174.21	4160.98	6037.26	2082.52	12280.76	0.0386	0.0439	0.0354	0.0393
<b>Maggio</b>	1476.28	809.28	1142.59	1249.85	4678	6381.62	2239.45	13299.07	0.0426	0.0456	0.0380	0.0421
<b>Giugno</b>	1482.4	939.55	1409.94	1332.54	5164.43	6848.61	2409.28	14422.32	0.0467	0.0475	0.0388	0.0443
<b>Luglio</b>	1872.74	1178.06	1709.41	1939.79	6700	6968.84	2674	16342.84	0.0552	0.0525	0.0442	0.0506
<b>Agosto</b>	1847.53	1241.06	1813.04	2286.31	7187.94	8730.59	3128.12	19046.65	0.0451	0.0471	0.0408	0.0443
<b>Settembre</b>	9836.74	6118.54	5323.13	8262.56	29540.97	29456.64	10431.93	69429.54	0.0550	0.0536	0.0433	0.0506
<b>Ottobre</b>	6055.16	3673.57	4040.87	3239.54	17009.14	16752.25	6314.5	40075.89	0.0684	0.0661	0.0517	0.0620
<b>Novembre</b>	6055.88	3012.59	4392.97	2924.62	16386.06	14220.44	5818.67	36425.17	0.0777	0.0693	0.0552	0.0674
<b>Dicembre</b>	4426.67	2241.74	3884.93	2032.01	12585.35	13060.52	2144.85	27790.72	0.0705	0.0680	0.0512	0.0632
								294337.34				0.0509

Tabella 13 - Costi Bolletta elettrica (2016), Conserve Vigneti e Cantine.

Questo comporta un tempo di ritorno dell'investimento pari a:

$$\text{Tempo di Payback} = \frac{\text{Investimento iniziale}}{\text{Costo elettrico evitato}} = \frac{435000}{33772.15} = 12,88 \text{ anni}$$

Considerato il tempo di vita utile di un modulo ORC (in media di 20 anni) e tralasciando gli incentivi legati allo sfruttamento di un fonte rinnovabile descritti nel capitolo 3, è possibile affermare che l'impianto, lungo la sua vita utile, si ripaga completamente e fornisce un mancato costo, terminato il periodo di ammortamento, pari a circa 33700 € annui.

Va aggiunto nell'insieme un impatto ambientale molto inferiore alla situazione attuale: il divieto di incenerire in loco i sarmenti e lo sconsigliato interrimento fanno sì che la massima valorizzazione di questi rifiuti risulti essere la raccolta e il trasporto degli stessi fino ad una centrale che li usi come combustibile; tale pratica risulta conveniente anche per i proprietari dei vigneti, per i quali la raccolta diviene totalmente gratuita. Ad oggi, gli unici sarmenti che vengono valorizzati in questo modo sono parte di quelli appartenenti alla cantina di Cona, che vengono trasportati e venduti alla centrale elettrica di Finale Emilia (a circa 100 km di distanza dalla cantina) per un prezzo di circa 60 €/t, coprendo a mala pena i costi legati alla raccolta.

In particolare, considerando che il trasporto di sarmenti avviene attraverso



Figura 83 - Carico di sarmenti in balle (fonte: Agrienergy)

un autocarro in grado di trasportare fino a 56 balle alla volta e che una balla pesa attorno ai 2 – 2.5 quintali, un carico di sarmenti risulta essere di 12600 kg. Trasportare l'intero ammontare dei sarmenti prodotti, ad esempio nei vitigni asserventi la cantina di Conselve, alla centrale di Finale Emilia (ci sono circa 90 km l'una dall'altra) necessita di almeno due giri perché, anche se di poco, i sarmenti prodotti superano quelli trasportabili con un solo carico: questo comporta 360 km di strada percorsa. Se si tiene conto che i mezzi pesanti sono responsabili del 25% delle emissioni totali di CO<sub>2</sub> e del 5% delle emissioni totali di gas effetto serra europei, si sta parlando di circa 883.33 g di CO<sub>2</sub> al chilometro<sup>16</sup>:

$$\text{Emissioni tratta} = 883.33 * 360 = 318 \text{ kg}_{CO_2}$$

<sup>16</sup> Si sono considerati 2650 gCO<sub>2</sub>/l di gasolio (fonte: [www.quattroruote.it](http://www.quattroruote.it)) e un consumo medio di 0.33 km/l di un automezzo pesante.

A questo vanno sommate le emissioni legate alla produzione di energia elettrica, la cui media nazionale è di 332.4 gCO<sub>2</sub> al kWh<sup>17</sup>, perché tale energia viene sostituita con quella prodotta ad emissione nulla, infatti, in termini di CO<sub>2</sub> si considera che quella emessa in seguito alla combustione e quella assorbita dalla pianta durante la sua vita si equivalgono, pertanto:

$$Emissioni\ evitate = 100 [kWe] * 6635[h] * 331.4 \left[ \frac{g_{CO_2}}{kWh} \right] = 219883.9 kg_{CO_2}$$

$$Emissioni\ totali = 318 + 219883.9 = 220201.9 kg_{CO_2}$$

Le emissioni legate al trasporto vengono eliminate, almeno in parte, diminuendo la distanza tra il luogo di produzione dei sarmenti e il luogo dove vengono sfruttati come combustibile: è questa, in particolare, la proposta fatta nel presente studio, ovvero sfruttare tali potature in un impianto direttamente in cantina.

## 6.2. Cantina Colli Euganei

Per questa cantina non sono stati resi disponibili i costi sostenuti per l'energia elettrica consumata in azienda. Quindi, risulta impossibile fare una valutazione economica, sostenuta anche dal fatto che non si sono trovate tecnologie idonee alla situazione aziendale.

Tuttavia, rimane valida l'analisi ambientale svolta precedentemente: minore è il tragitto necessario per portare i sarmenti dal luogo di produzione al luogo di utilizzo e minori sono i costi economici ed ambientali.

## 6.3. Cantina Sociale di Cona e Cavarzere

Infine, per la cantina di Cona, che ben si presta allo sfruttamento energetico dei sarmenti di vite al pari di quella di Conselve, si è ricavata la spesa legata all'energia elettrica assorbita dalla Rete e registrata nelle relative bollette: il prezzo medio al kWh ammonta circa a 0.0459 €.

Considerando la prima opzione presa in esame per la cantina di Cona, ovvero *Enogia ENO-20* allacciata ad una caldaia *Froling Lambdamat 320*, otteniamo un investimento iniziale di:

$$Prezzo_{Cippatrice} = 25000 \text{ €}$$

$$Prezzo_{modulo\ ORC} = 20 [kWe] * 7500 \left[ \frac{\text{€}}{kWe} \right] = 150000 \text{ €}$$

$$Prezzo_{caldaia} = 250 [kWth] * 100 \left[ \frac{\text{€}}{kWth} \right] = 25000 \text{ €}$$

$$Investimento\ iniziale = 25000 + 150000 + 25000 = 200000 \text{ €}$$

---

<sup>17</sup> Fonte ISPRA – Istituto superiore per la protezione e la ricerca ambientale.



Costo													€/kWh		
	F1	F2	F3	altro	servizi di vendita	Servizi di rete	imposte	totale	F1	F2	F3	media			
Gennaio	364.32	187.05	228.43	211.04	990.84	1276.86	192.59	2460.29	0.0584	0.0530	0.0405	0.0506			
Febbraio	233.28	107.27	127.02	139.53	607.1	988.12	143.19	1738.41	0.0456	0.0428	0.0332	0.0405			
Marzo	153.41	123.79	144.48	145.19	566.87	959.94	140.94	1667.75	0.0395	0.0416	0.0333	0.0381			
Aprile	415.28	396.59	446.28	603.71	1861.86	3092.43	458.73	5413.02	0.0342	0.0393	0.0309	0.0348			
Maggio	762.08	553.82	774	936.43	3026.33	4250.91	707.06	7984.3	0.0380	0.0410	0.0336	0.0375			
Giugno	819.86	643.08	897.14	1009.81	3369.89	4518.96	758.14	8646.99	0.0420	0.0428	0.0344	0.0397			
Luglio	680.34	534.52	748.83	968.72	2932.41	3330.64	546.51	6809.56	0.0501	0.0476	0.0396	0.0457			
Agosto	1119.55	821.66	1015.71	1595.5	4552.42	5207.34	937.85	10697.61	0.0405	0.0423	0.0363	0.0397			
Settembre	3894.49	2900.84	3116.06	3264.39	13175.78	14814.15	2342.49	30332.42	0.0500	0.0486	0.0387	0.0458			
Ottobre	2500.48	1459.28	1687.46	1669.13	7316.35	7586.66	1251.69	16154.7	0.0629	0.0606	0.0465	0.0567			
Novembre	1154.96	472.68	645.3	614.2	2887.14	2906.31	454.26	6247.71	0.0719	0.0637	0.0502	0.0619			
Dicembre	493.63	229.61	264.87	275.17	1263.28	1401.5	203.24	2868.02	0.0673	0.0622	0.0507	0.0601			
								101020.78				0.0459			

Tabella 14 - Costi Bolletta elettrica (2016), Cantina Sociale di Cona e Cavarzere.

Tabella 14 - Costi Bolletta elettrica (2016), Cantina Sociale di Cona e Cavarzere.

Calcolando pertanto, 20 kWe per le 6059 ore per cui è richiesta almeno la potenza presa in esame, otteniamo un risparmio annuale di:

$$20 [kWe] * 6059 [h] * 0.0459 \left[ \frac{\text{€}}{kWh} \right] = 5562.162 \text{ €}.$$

Questo comporta un tempo di ritorno dell'investimento pari a:

$$\text{Tempo di Payback} = \frac{\text{Investimento iniziale}}{\text{Costo elettrico evitato}} = \frac{200000}{5562.162} = 35.95 \text{ anni}.$$

Eseguendo le stesse considerazioni fatte per il sistema ORC scelto per la cantina di Conselve, in termini di vita utile della macchina, e tralasciando gli incentivi che non incidono sul bilancio in maniera importante, si nota, in questo caso, come il risparmio di energia elettrica richiesta alla Rete non ripaga l'investimento necessario all'installazione del sistema di generazione. Oltretutto, questa cantina non necessita di calore né ai fini del processo di vinificazione né per la produzione di vapore acqueo a bassa pressione, usato per la sterilizzazione delle bottiglie. Rimane efficace il ragionamento fatto per l'impatto ambientale, legato al trasporto dei sarmenti in un luogo dove possano venire sfruttati energeticamente, per cui minore è la strada minore risulta essere l'impatto: ad esempio, se i sarmenti di Cona venissero portati alla cantina di Vo, che non sarebbe in grado di alimentare l'impianto con i sarmenti provenienti esclusivamente dai propri terreni, si avrebbe un risparmio di circa 40 km per tratta, rispetto a trasportare gli stessi fino alla centrale di Finale Emilia, corrispondenti a circa:

$$\text{Emissioni tratta} = 883.33 * 40 = 35.33 \text{ kg}_{CO_2}$$

Senza neppure entrare nel merito del risparmio dei combustibili fossili usati per alimentare i mezzi di trasporto del materiale.

# Capitolo 7

## Conclusioni

Questo lavoro di tesi ha cercato di riportare i diversi studi effettuati nel settore energetico della biomassa ad una dimensione aziendale quanto più a chilometro zero, trasformando i rifiuti prodotti dai vitigni in una risorsa sfruttabile negli stessi luoghi dove le uve subiscono il processo di vinificazione, rendendolo così il più possibile indipendente dai tradizionali sistemi di produzione dell'energia. Tale ragionamento dovrebbe permettere di smaltire dei rifiuti nel modo più efficiente: non solo quest'ultimi vengono trasformati in una risorsa, in quanto la loro combustione non produce più anidride carbonica di quanto la pianta non ne avesse assorbita nel corso della vita (con un incremento nullo di CO<sub>2</sub> in atmosfera), ma allo stesso tempo si sta cercando di contribuire alla diminuzione della dipendenza dalle fonti fossili, senza trascurare i vantaggiosi aspetti economici legati all'autoproduzione dell'energia e al risparmio energetico. Consapevoli della possibilità di usare i sarmenti di vite come biomassa combustibile, grazie ai numerosi studi fatti nel settore, e dopo essersi accertati della possibilità di bruciare i sarmenti di vite, che poco si discostano dalla tradizionale legna da ardere, senza grosse problematiche se non particolari attenzioni al contenimento e allo smaltimento delle ceneri, le prime idee legate allo sfruttamento energetico dei sarmenti prevedevano:

- l'uso del calore prodotto dalla combustione delle potature per la produzione dell'energia elettrica attraverso un modulo ORC;
- la produzione di energia termica (caldo) mediante degli scambiatori che contribuissero a soddisfare il fabbisogno termico del processo di vinificazione, a discapito del calore dei fumi o dei fluidi in uscita dal modulo ORC (attualmente alimentato da caldaie a gasolio, un combustibile fossile);
- la produzione di energia termica (freddo) attraverso un ciclo frigorifero ad assorbimento alimentato con il calore residuo.

Questo studio si riproponeva, quindi, di valutare i consumi delle cantine, che gentilmente si sono messe a disposizione, e formulare delle ipotesi, in via del tutto teorica, da proporre alle diverse aziende per una gestione più autonoma dei consumi.

Dopo una prima analisi, si è riscontrato che l'energia termica e frigorifera vengono utilizzate al bisogno, secondo le richieste del processo di vinificazione e senza un attento monitoraggio; questo di fatto rende impossibile capire quando e in che modo debba venir fornita l'energia termica, sia in termini di caldo che di freddo, ai diversi impianti; si è quindi concentrato lo studio sulla produzione della sola energia elettrica, della quale si conoscono precisamente i consumi perché attualmente soddisfatti dalla Rete Nazionale. Oltre a ciò, nell'ipotesi di fornire una proposta alle aziende che si son prestate allo studio, si è preferito non mettere in gioco un grande investimento, che avrebbe comportato la sostituzione dei diversi e ben conosciuti impianti già presenti in azienda, perché i responsabili si sarebbero potuti scoraggiare nell'intraprendere una così importante decisione.

Nonostante i dati di partenza fossero ottimisti circa la possibilità di sfruttare i sarmenti di vite per la produzione di energia elettrica pulita, lo studio ha riscontrato tre situazioni differenti per le tre diverse cantine:

- La cantina di Conselve è l'unica azienda ad aver dato un responso interamente positivo: infatti, la dimensione del fondo e la tipologia di allevamento delle viti consentono una produzione annuale di sarmenti tale da poter alimentare un impianto di generazione ORC in grado di coprire una buona fascia del consumo elettrico, pari a circa 100 kWe per 6000 ore; l'analisi economica ha poi evidenziato non solo la possibilità di ripagare l'investimento necessario all'impianto nuovo, ma anche la possibilità di avere un risparmio annuo non indifferente. C'è da sottolineare che non tutte le ipotesi sono risultate realizzabili, ma solo quelle caratterizzate dai rendimenti più elevati (generalmente sopra il 10%), e che va verificato che il PCI della biomassa in questione sia nelle vicinanze del valore fornito dallo studio dell'AIEL.
- La cantina di Vo presenta di base delle caratteristiche poco idonee alla raccolta e valorizzazione dei sarmenti: infatti, ha un'estensione relativamente ridotta e localizzata, per almeno la metà, in territorio collinare; ipotizzando comunque una produttività nella media e trascurando le difficoltà legate alla raccolta, si è constatato che i sarmenti prodotti dai vitigni asserventi l'azienda non sono in quantità sufficiente per alimentare un modulo ORC in grado di fornire 100 kWe per il numero di ore richieste. Prendendo in considerazione che i consumi elettrici della cantina in questione sono simili a quelli della cantina di Conselve, si può ipotizzare che le due abbiano analisi economiche analoghe; ne consegue che pur ammettendo che l'impianto di generazione ORC si ripaghi in 10-15 anni

e che comporti anche un flusso in entrata negli anni successivi, non è possibile alimentarlo con i soli sarmenti prodotti dai propri vitigni.

- Infine, per la cantina di Cona, che differisce dalle precedenti per l'assenza del processo di imbottigliamento e per un consumo elettrico conseguente molto inferiore, si è trascurato il fatto che una forma di allevamento del tipo cortina semplice si presta bene alla meccanizzazione di diversi processi in campo, quali ad esempio la potatura, ma produce sarmenti non idonei alla raccolta e conseguente valorizzazione. Tralasciando questo fattore e considerata una produttività nella media, si è osservato che i sarmenti prodotti superavano di molto quelli richiesti per alimentare un modulo ORC da 20 kWe per le circa 6000 ore richieste, ma allo stesso tempo il risparmio "in bolletta" non avrebbe neppure consentito di pareggiare l'investimento necessario nella vita utile dell'impianto di generazione; perciò non ha alcuna convenienza economica.

L'analisi separata delle diverse cantine ha fornito questi risultati, ma nulla vieta la possibile interazione fra le tre cantine, ad esempio trasportando i sarmenti dalla cantina di Cona a quelle di Conselve e in particolare di Vo.

Consci dell'esistenza delle leggi che vietano la combustione incontrollata dei sarmenti in loco<sup>18</sup> e che il loro trinciamento e successivo interrimento possono comportare il diffondersi di malattie quali il mal dell'esca, la raccolta e combustione in caldaia sono l'unica via che permette di trasformare un rifiuto e gli oneri ad esso collegati in una risorsa con la quale produrre energia pulita. Nel capitolo precedente si è calcolato che il risparmio di energia elettrica, assorbito dalla Rete dalla cantina di Conselve, permette il risparmio di 220201.9 kgCO<sub>2</sub> l'anno in termini di emissioni; in aggiunta a questo, si deve considerare che la riduzione delle distanze tra il punto di raccolta dei sarmenti e il luogo in cui quest'ultimi vengono usati permette di diminuire, anche notevolmente, le emissioni legate al trasporto su strada. Rispetto alla situazione attuale, una qualsiasi soluzione che preveda l'uso dei sarmenti a chilometro zero ha comunque un minor impatto ambientale.

In termini pratici, i diversi colloqui con i responsabili delle cantine hanno evidenziato uno scarso interesse nell'affrontare questo tipo di investimenti; in tutti e tre i casi, i responsabili ammettono di aver già preso in considerazione una proposta simile, ma di essere giunti ad un

---

<sup>18</sup> Salvo nei termini previsti dal decreto legislativo 91/2014

rifiuto per diversi motivi: in primo luogo per un problema d'ingombro, in quanto, nonostante le possibili dimensioni ridotte di caldaia e modulo ORC, il sistema necessita di un luogo dove deporre la biomassa e nel quale diminuire il suo contenuto idrico; questo luogo dev'essere abbastanza grande da contenere tutti i sarmenti che vengono prodotti annualmente, perché la loro produzione si concentra esclusivamente nel periodo della potatura invernale, cioè dalla seconda metà dell'inverno (fine gennaio-febbraio) entro preferibilmente l'inizio del *pianto*<sup>19</sup>. Altro aspetto tutt'altro che trascurabile risulta essere la difficile logistica legata alla raccolta dei sarmenti nelle proprietà delle diverse centinaia di soci, poiché in alcuni casi sono poco propensi al cambiamento e legati da tradizione all'incenerimento in loco dei sarmenti prodotti dal loro vitigno, minando in questo modo l'approvvigionamento di biomassa al sistema.

Superato l'onere di effettuare uno studio preciso, questa tesi ha evidenziato come: valutando la reale produttività di sarmenti del vigneto (che come si ricorda è funzione del tipo di vitigno, della forma di allevamento, della vigoria della pianta, etc.), le proprietà degli stessi sarmenti e cercando impianti dal rendimento elevato, lo sfruttamento dei sarmenti di vite in ambito energetico sia fattibile, economicamente vantaggioso e nel particolare caso venga usato per soddisfare i bisogni della cantina a cui gli stessi vigneti asserviscono, cercando cioè di avere la minor distanza possibile dal luogo di produzione dei sarmenti e quello di utilizzo, molto sostenibile. Ricercando l'obiettivo di incrementare la quota di energia prodotta con fonti rinnovabili e diminuire la dipendenza energetica da quelle fossili, lo sfruttamento energetico di sarmenti di vite è senza dubbio una via da perseguire, soprattutto considerando i possibili studi futuri sull'uso diretto dell'energia termica nei processi di vinificazione e i territori che caratterizzano il nostro paese con i suoi 73457 ettari di vitigni in Veneto e i 675818 in tutta Italia pari circa al 2% della superficie totale, da dove provengono alcuni dei migliori vini al mondo.

---

<sup>19</sup> Fase del ciclo annuale della vite, § 2.1. Vite e Viticoltura.

# Allegati

## Allegato A – Modulo per la raccolta dati in cantina

CANTINA ...

Riferimento di chi compila il documento:

Ettari di terreno afferenti alla cantina:

Numero di soci della cantina:

Dimensione media dei fondi:

Indicare in tabella le dimensioni dei fondi più estesi:

Dimensioni [ha]:	Tipo di Vigneto:	Quantità media di vino prodotto annualmente [hl]:	Quantità media di sarmenti prodotti annualmente [t]:	Metodo attuale di smaltimento dei sarmenti:

Indicare eventuali caratteristiche che potrebbero incidere sulla produzione dei sarmenti. Ad esempio le tipologie di vite o di vigneto che producono più sarmento oppure la presenza di terreni collinari (indicarne la superficie approssimativa) nella quale risulta molto complessa la raccolta.

**Processi di produzione del vino presenti in Cantina:**

- ☐ Ricevimento, diraspatura e pigiatura delle uve;
- ☐ Fermentazione alcolica;
- ☐ Pressatura e fermentazione malolattica;
- ☐ Imbottigliamento, conservazione e spedizione;

**Se possibile fornire una breve descrizione dei processi produttivi presenti in cantina**

**Sistemi per la produzione dell'energia elettrica**

- ☐ Rete nazionale;
- ☐ Generatori a gasolio, gas naturale, etc.;

**Consumi di energia elettrica:** allegare cortesemente le bollette elettriche di un anno o più di esercizio

**Sistemi per la produzione dell'energia termica (calore) NECESSARIA AL PROCESSO:**

- ☐ Caldaia/e a gas naturale;
- ☐ Caldaia/e a gasolio;
- ☐ Caldaia/e alimentato con altro combustibile;

Se possibile allegare i dati di targa di tale macchina/e (anche una fotografia) per poterne stimare le potenzialità ed i consumi.

**Consumi di energia termica (calore) NECESSARIA AL PROCESSO:** allegare cortesemente le bollette del gas naturale o del gasolio ed indicare approssimativamente i periodi in cui tali macchine funzionano (ad esempio, la caldaia XYZ che serve il processo AAA funziona solo il mese di settembre).



**Sistemi per la produzione dell'energia frigorifera (freddo) NECESSARIA AL PROCESSO:**

☐ Gruppo Frigo;

☐ Macchina ad assorbimento;

Se possibile allegare i dati di targa di tale macchina/e (anche una fotografia) per poterne stimare le potenzialità ed i consumi ed indicare approssimativamente i periodi in cui tali macchine funzionano (ad esempio, il gruppo frigo è in esercizio da marzo a novembre).

**Presenza in cantina di altri sistemi di produzione di energia (es. pannelli solari, fotovoltaici etc):**

Sistema di produzione di energia	Potenza fornita

**Altre utenze termiche, elettriche o frigorifere importanti e non legate al processo**

**Presenza di superficie disponibile sull'area della cantina per lo stoccaggio dei sarmenti** (se si indicare una superficie approssimativa)



# Riferimenti bibliografici

- Saorin A. (2013). *Studio di fattibilità di due filiere per la valorizzazione energetica dei sarmenti di vite*. Tesi di Laurea, DII, Università degli studi di Padova.
- Billi B., Ligasacchi S. (2016). *Panorama energetico internazionale e sua evoluzione; energia ecologia economia*. Eee – energia, ecologia, economia.
- Schiro F. (2012). *Sistemi di raffreddamento per moduli fotovoltaici: analisi delle possibili configurazioni, modellazione teorica e studio di un impianto esistente*. Tesi di laurea, DII, Università degli Studi di Padova.
- Veneto agricoltura (2004). *Guida per il viticoltore*.
- Castaldi R. (2008). *La potatura secca della vite: aspetti generali e forme di allevamento a tralcio rinnovato*, VITA IN CAMPAGNA 12/2008.
- Corradi C. *La gestione dei sarmenti del vigneto*.
- Del Col D. *Dispense del Corso di Energie Rinnovabili*, DII, università degli studi di Padova.
- Meghioraldi S., Storchi M., Bacchiavini M. e Bondavalli R., *Gestione dei residui di potatura*.
- Gelleti R. Jodice R., Mauro G., Migliardi D., Picco D., Pin M., Tomasising E., Tommasoni L., Chinese D., Monaco B., Nardin G., Simeoni P. (2006) *Energia dalle Biomasse – Le tecnologie, i vantaggi per i processi produttivi, i valori economici e ambientali*. AREA Science Park.
- Spinelli R., Hartsough B., (2001) *Indagine sulla cippatura in Italia*. CNR – Consiglio Nazionale delle Ricerche, IRL – Istituto per la Ricerca sul Legno.
- International Energy Agency (iea), (2016) *World Energy Outlook 2016*.
- Lorenzetti D. (2015) *Nearly zero balace winery – Riqualificazione ed ampliamento di una cantina vinicola a terricciola*. Tesi di Laurea, DESTeC, Università degli Studi di Pisa.
- Corzani V. (2012) *Le aziende vitivinicole: da “machines à produire” a elementi di attrazione nel paesaggio. Proposte e criteri progettuali per l’efficienza funzionale e la qualità architettonica ed ambientale delle strutture ed infrastrutture della trasformazione enologica*. Dottorato di Ricerca, Università di Bologna.
- Cavalaglio G., Cotona S., Barbanera M., (2007). *Valorizzazione energetica degli scarti di potatura dei vigneti*.
- Cotona F., Calavaglio G. (2008) *Impianto pilota per la conversione energetica degli scarti di potatura nei vigneti*.

- Fuentes-Pila J., Gracia J.L. (2014) *Manuale sull'efficienza energetica nelle aziende vinicole*. UPM, Università Politecnica di Milano
- Paniz A., Francescato V. (2012) *Produrre pellet e bricchetti da potature aziendali conviene*. Supplemento a Informatore Agrario 5/2012.
- Francescato V., Antonini E., Paniz A., Grigolato S. (2007) *Vitis energetica – Valorizzazione energetica dei sarmenti di vite in provincia di Gorizia*. Informatore Agrario 10/2007.
- Barella L., Paniz A., Antonini E. (2010) *L'uso energetico dei sarmenti della vite*. Veneto Agricoltura e AIEL – Associazione Italiana Energie Agroforestali.
- Comissione tecnica biomasse Enama, (2011) *Biomasse ed energia – Processi e Tecnologie*. Progetto Biomasse Enama e contributo del Ministero delle Politiche Agricole e Forestali.
- Comissione tecnica biomasse Enama, (2011) *Biomasse ed energia –Quadro normativo*. Progetto Biomasse Enama e contributo del Ministero delle Politiche Agricole e Forestali.
- Palestra N., Vescovo R. *Applicazioni di Cicli ORC a Recupero Termico da Processi Industriali*. E.ON Energia SpA, Turboden Srl
- Fredella Lorenzo (2013) *Studio preliminare di una rete microgenerativa con sistema ORC*. Tesi di Laurea, Università di Bologna.

#### Siti web

- <http://www.uiv.it/i-principali-vitigni-coltivati-in-italia-nel-2015/>
- [http://dati.istat.it/Index.aspx?DataSetCode=DCSP\\_COLTIVAZ#](http://dati.istat.it/Index.aspx?DataSetCode=DCSP_COLTIVAZ#)
- <http://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/rapporti/fattori-di-emissione-atmosferica-di-co2-e-altri-gas-a-effetto-serra-nel-settore-elettrico>
- <http://www.gandinimeccanica.com/usato/340/chipper-energy-ct-30-60-tts>
- [https://www.quattroruote.it/news/eco\\_news/2010/01/15/consumi\\_ed\\_emissioni\\_per\\_capirne\\_di\\_pi%C3%B9.html](https://www.quattroruote.it/news/eco_news/2010/01/15/consumi_ed_emissioni_per_capirne_di_pi%C3%B9.html)
- <https://www.eea.europa.eu>
- <http://www.theicct.org/heavy-duty-vehicles>
- [https://ec.europa.eu/clima/policies/transport/vehicles\\_en](https://ec.europa.eu/clima/policies/transport/vehicles_en)
- <http://www.cortibenedettine.it>
- <http://nuovavenezia.gelocal.it/venezia/cronaca/2012/10/16/news/cona-diventa-citta-del-vino-con-il-prosecco-ecologico-1.5875188>
- <https://www.cantinaconselve.it/>
- <http://www.cantinacolliueuganei.it/>

<http://www.studio-legno.it>

<http://www.alpenwald.it/umidita-e-contenuto-idrico.html>

<http://www.wikipedia.it>

<http://www.acquabuona.it/announo/agro4allevamento.html>

<http://www.agraria.org/viticultura-enologia/>

<http://www.viten.net>

<http://www.gse.it/it/Ritiro%20e%20scambio/Ritiro%20dedicato/Pages/default.aspx>

<http://www.gse.it/it/Ritiro%20e%20scambio/Scambio%20sul%20posto/Pages/default.aspx>

[http://www.gse.it/it/Qualifiche%20e%20certificati/Incentivi\\_DM\\_06\\_07\\_2012/Pagine/default.aspx](http://www.gse.it/it/Qualifiche%20e%20certificati/Incentivi_DM_06_07_2012/Pagine/default.aspx)

<http://www.gse.it/it/Qualifiche%20e%20certificati/GRIN/Pagine/default.aspx>

<http://www.gse.it/it/Qualifiche%20e%20certificati/DM%2023%20giugno%202013/Pagine/default.aspx>

<http://www.zuccatoenergia.it/index.php/it/>

<https://www.turboden.com/>



# Ringraziamenti

In conclusione di questa tesi, vorrei ringraziare le Cantine che con estrema cortesia si son rese disponibili a collaborare, fornendo i loro dati, tempo e disponibilità. Pertanto, desidero porgere i miei ringraziamenti alla *Conselve Vigneti e Cantine*, in particolare al sig. Bollato Mauro e al sig. Disarò Eginio; alla *Cantina Colli Euganei*, in special modo al sig. Benato Giancarlo; infine, alla *Cantina Sociale di Cona e Cavarzere*, in particolare al dott. Romanato Roberto.

Vorrei quindi ringraziare la prof.ssa Stoppato Anna e il prof. Benato Alberto per la disponibilità e il tempo dedicatomi.

*In ultimo, ma non per ultimi, vorrei ringraziare la mia Famiglia, per non avermi mai fatto mancare il supporto e il sostegno in questi lunghi anni di studi. Vorrei poi ringraziare i miei amici: quelli che ci sono da sempre, quelli nuovi, i compagni di studi, gli animatori e la squadra, grazie per avermi sempre supportato, ma soprattutto sopportato, per essermi stati a fianco in questo lungo capitolo della mia vita. Spero ci siate anche in futuro.*

*Grazie a tutti!*